資料　３

情報通信審議会　情報通信技術分科会
小電力無線システム委員会
報　告（案）

目　次

Ⅰ　審議事項・・・

３．３．２　無線方式・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３０
３．３．３　回線設計・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３２
３．３．４　周波数配列・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３２
３．３．５　改造防止策・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３５
３．３．６　電波防護指針への適合・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３５
３．３．７　デジタル方式と現行とアナログ方式の同時利用・・・・・・・・・・　３６
３．４　デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイクの技術的条件・・・・・・　３７
３．４．１　一般的条件・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３７
３．４．２　無線設備の技術的条件・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３７
３．４．３　測定法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３９
別表１　委員会構成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４１
別表２　作業班構成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４２
参考資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４３

Ⅰ　審議事項

小電力無線システム委員会は、情報通信審議会諮問第２００９号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」（平成 14 年 9 月 30 日諮問）のうちラジオマイクの高度化（169MHz 帯補聴援助用ラジオマイク、デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイク）の技術的条件について審議を行った。

Ⅱ　委員会及び作業班の構成

委員会の構成については、別表１のとおり。

なお、検討の促進を図るため、本委員会の下に作業班を設けて検討を行った。

作業班の構成については、別表２のとおり。

Ⅲ　審議経過

１　委員会

①　第１２回（平成 18 年 6 月 29 日）

ラジオマイクの高度化のための技術的条件の審議の開始及び作業班の設置について審議を行った。

②　第１３回（平成 18 年 10 月 31 日）

小電力無線システム委員会報告（案）について審議を行った。

③　第１４回（平成 19 年 1 月 16 日）

パブリックコメントに対する委員会の考え方、委員会報告及び答申案について審議を行い、取りまとめた。（予定）

２　作業班

①　第１回（平成 18 年 7 月 13 日）

169MHz 帯補聴援助用ラジオマイクの技術的条件及びデジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイクの技術的条件について審議を行った。

②　第２回（平成 18 年 8 月 24 日）

169MHz 帯補聴援助用ラジオマイクの技術的条件及びデジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイクの技術的条件について審議を行った。

③　第 3 回（平成 18 年 10 月 12 日）

委員会報告（案）について審議を行った。

Ⅳ　審議概要

第１章　審議の背景

（１）169MHz 帯補聴援助用ラジオマイクの導入

現在、補聴援助用ラジオマイク（特定小電力無線局）には、75MHz帯が使用されているところであるが、近年、システムの小型化等、利便性を高めるため新たな周波数帯を用いた補聴援助用ラジオマイクの導入が求められている。

諸外国においても同様の背景から、75MHz帯のほかに169MHz～216MHzを用いた補聴援助用ラジオマイクが実用化されつつあることから、今般、我が国においても、諸外国と同様の周波数帯である169MHz帯を使用した新たな補聴援助用ラジオマイクの導入を図るものである。

（２）800MHz 帯特定小電力ラジオマイクのデジタル化

現在、800MHz 帯ラジオマイク（特定小電力無線局）は、高い音声品質を有し、イベント会場等の大規模な利用のほか、学校施設（大学・予備校などの講義）、ホテル（会議場・結婚式場）・集会場等、非常に幅広い用途において数多くの設備が使用されており、今後も需要の増加やニーズの多様化等から周波数の逼迫が懸念される。

このため、音声品質を保持しつつ、将来的な需要を十分満足できるよう周波数利用効率を高めるため、デジタル方式の導入を図るものである。

第２章　169MHz 帯補聴援助用ラジオマイク

２．１　補聴援助用ラジオマイクの概要と現状

２．１．１　補聴援助用ラジオマイクのシステム概要

聴覚障害者は補聴器によって音を増幅して聴取している。しかし、聴力低下に伴う聴覚特性の変化により音の聞こえ方は聴力正常者と異なる場合が多い。特に、騒音や残響のある場所で話者との距離が離れていると、聞き取りが困難になりやすい。それを解決する手段として、話者が装着したマイクロホンから補聴器に音声信号を伝送する補聴援助システムが用いられてきた。詳細な活用実例は、参考資料 1「聴覚障害児における補聴援助用ラジオマイクの活用について」に示す。

２．１．２　利用形態及び普及状況

補聴援助用ラジオマイクの代表的な利用形態について、参考資料 2 の図 2-1 から図 2-8 に示す。同図に示すように様々な形態で利用されている。このうち、参考資料 2 の利用形態①②⑤及び⑧は補聴器(補聴器使用者)に対して電波を送信するので、受信機の小型化が求められている。

現在の補聴援助用ラジオマイクの世界市場は年間 12 万 5 千台程度との見解がある。有限責任中間法人日本補聴器工業会の発表によれば、補聴器の国内出荷台数は約 47 万台(2005 年)であり、世界の補聴器販売台数は約 600 万台であることから、この比率を適用するとラジオマイクの国内の潜在需要は年間約 1 万台相当になる。

したがって、日本においても、169MHz 帯の制度化により小型の製品が利用可能になり利便性が向上すれば同様の普及が予想される。

なお、参考までに表 1 に 75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクの過去 9 年度間の技術基準適合証明数と設計認証製品の出荷数の合計を示す。

表１　75 MHz 帯過去 9 年度間の技術基準適合証明数と設計認証製品の出荷数の合計

	利用形態①②⑤及び⑧	利用形態③④⑥⑦	その他	合計
平成 9(1997)年度	3000	53	4	3057
平成 10(1998)年度	385	36	22	443
平成 11(1999)年度	691	60	0	751
平成 12(2000)年度	734	47	19	800
平成 13(2001)年度	610	152	4	766
平成 14(2002)年度	488	122	50	660
平成 15(2003)年度	320	50	21	391
平成 16(2004)年度	348	50	3	401
平成 17(2005)年度	309	50	6	365
合計	6885	620	129	7634

財団法人テレコムエンジニアリングセンター(TELEC)の統計資料及び対象メーカの出荷数から

２．１．３　今後の需要予測及び技術動向

聴覚障害者は補聴器によって音を増幅して聴取している。しかし、聴力低下に伴う聴覚特性の変化により音の聞こえ方は聴力正常者と異なる場合が多い。特に、騒音や残響のある場所で話者との距離が離れていると、聞き取りが困難になりやすい。それを解決する手段として、話者が装着したマイクロホンから補聴器に音声信号を伝送する補聴援助システムが用いられている。補聴援助システムの効果について図 1 により説明する。図 1 の横軸は話者からの距離を示している。

話者の音量(音圧レベル)は一般に 1m の距離で 65～70 dB であるが、図の曲線のように距離が倍になるごとに約 6 dB の割合で減少し 3m の位置で 60dB になる。 このとき、室内に一様に 65dB の騒音があったとすると、信号対雑音比(SN 比)は-5dB となり騒音が有性で聴取が困難になる。補聴援助システムにより話者の近傍で集音して補聴器に伝送した場合には、この例では SN 比が+15dB になり明瞭に聴取することができる。

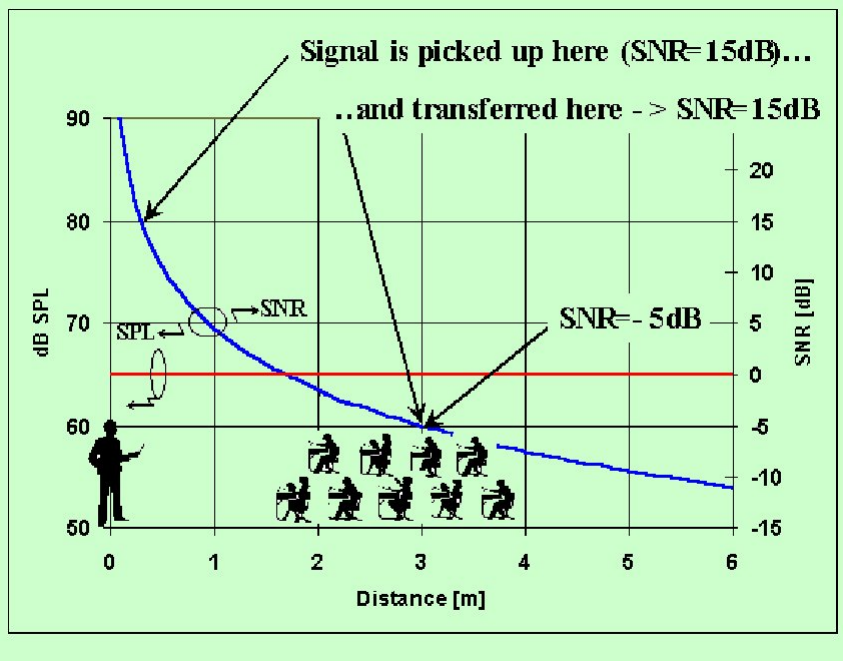


図 1　補聴援助システムの効果

補聴援助システムには室内ループ、赤外線、FM 電波等があり、その中でも FM 電波は設置工事が不要で屋外でも使用できることから有用性が高い。しかし、ろう学校で多チャンネルを同時に使用する場合には、教室数、配置、建築構造等により周波数不足による混信が問題となりやすい。

表 2 に各方式の補聴援助システムの特徴の比較を示す。

電波を利用した受信機を内蔵した補聴器は、一般的に FM 補聴器と呼ばれ、身体障害者福祉法(昭和 24 年法律第 283 号)に基づく補聴器の交付においても、追加機能として加算が可能になっている(厚生省告示第 171 号)。補聴援助システムは、ろう学校及び難聴学級において必須の教育設備であるほか、公共施設等(会議場、役所、市民会館、教会、金融機関、病院待合エリア、駅構内放送)にも設置されている。また、聴覚障害者が個人で所有し生活場面に応じて活用している。

表 2　補聴援助システム(各方式)の特徴

特徴	FM 電波	室内ループ	赤外線	備考
装着が容易	○	◎	△	ループは誘導コイル付補聴器で直接受信できる
音質がよい	○	○	◎	赤外線は広帯域 FM 変調を利用できる
音量が安定している	◎	△	◎	ループは受信者の姿勢により感度が変化する
混信しない	△	○	◎	FM 電波は適正な周波数配置が必要
設置が容易	◎	△	○	ループは敷設工事が必要
屋外で使用できる	◎	△	×	赤外線は直射日光の影響をうける
話者から直接送信できる	◎	×	×	ループの送信機は携帯できない、小規模な赤外線は携帯できるが電力消費が大きい FM 電波の送信機は携帯できる

FM 電波による補聴援助システムは、ろう学校おいて長年使用されてきたが、各教室に設置する必要があるため混信がないように周波数チャンネルを配置することは容易ではなかった。ろう学校の幼稚部や小学校低学年の教室では、教師だけでなく幼児や児童各人の声も伝送し、相互コミュニケーションを育成する相互通話方式による教育の効果が知られているが、そのためにさらに多くの周波数を必要とする。

補聴援助システムの FM 電波には、かつては 40MHz 帯の微弱電波の機器を用い、約 50 の周波数を使用していた。しかし、電波法(昭和 25 年法律第 131 号)が平成元年に改正され、既存システムの中で微弱電波の基準に合致しない場合があったことから使用が困難となった。この代替案として、特定小電力ラジオマイクを使用することを検討したが、一般用途品であるために他局との混信が発生し、教育／福祉で利用する際の支障に対する懸念から専用電波の割り当てが求められた。

平成 9 年に 75MHz 帯の補聴援助用ラジオマイク(ナローバンドの場合で 15 チャンネル)が制度化され、補聴援助用ラジオマイク用の電波の使用が可能となった。しかし、利用形態によっては、ろう学校においては割り当てられたチャンネルだけでなく、引き続き特定小電力ラジオマイクも必要に応じて併用されている。

電波利用においては周波数変調(FM)以外のデジタル方式が広く用いられるようになっているが、補聴援助システムについては FM 変調が世界的に互換性を維持して使用されていることから、当面 FM 変調で利用できることが望ましい。一方、デジタル方式では、データ圧縮により伝送遅延が発生し、補聴援助システムの使用者は読話(口の動きを見て聴取の助けにする)を併用する場合があることから、遅延時間は極めて短くしておく必要がある。

２．２　諸外国の動向

諸外国において、欧州では主に 40MHz 帯、北米では 70MHz 帯が利用されていた。

その後 1990 年代以降、欧州では英国をはじめとして各国が 170MHz 帯に移行するようになり、米国でも 216MHz 帯補聴援助用の周波数が第一順位の利用として認可された。ただし、欧州においては欧州内各国間の割り当て周波数の不一致による不便さがあり、新たに 169MHz 帯で 3 周波数(169.4375、169.5125 及び 169.5625 MHz)を統一チャンネルに指定した。このように高い周波数帯に移行したことにより、アンテナが小型化され、その結果として機器の小型化が促進、聴覚障害者の機器の装着の負担が軽減してきている。欧米以外の各国においても欧米に整合した周波数割り当てが進行している。

２．２．１　諸外国の利用状況

補聴援助用ラジオマイクの年間販売台数については正確な数字は公表されていないが、年間約十数万台とされている。主として学校教育機関で使用される他、公共施設や教会などでも利用されている。購入主体は個人の場合が多いが、学校などの組織で購入する場合もある。

２．２．２　諸外国の技術基準

補聴援助用ラジオマイクに関わる米国の技術基準については、米国連邦通信委員会（ＦＣＣ:Federal Communications Commission)のCode of Federal Regulations 47, PART 95- PERSONAL RADIO SERVICES に規定されている。(一部、同 PART 2- FREQUENCY ALLOCATIONS AND RADIO TREATY MATTERS; GENERAL RULES AND REGULATIONS 及び PART 15- RADIO FREQUENCY DEVICES)に規定されている。

欧州の技術基準は、欧州電気通信標準化機構(ETSI: European Telecommunications Standard Institute)の EN 300 422-1: Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Wireless microphones in the 25 MHz to 3 GHz frequency range; Part 1: Technical characteristics and test methods に規定されている。 これらの主要な基準項目は参考資料 9 の対比表のとおりである。また、使用周波数は参考資料３のとおりである。

２．３　補聴援助用ラジオマイクの課題

２．３．１　システムの小型化及び諸外国との使用周波数帯の整合

1990 年代後半に諸外国においては、北米では 75MHz 帯から 216MHz 帯へ、欧州では 40MHz 帯から 170-180MHz 帯へ補聴援助用電波が移行した。各国の使用周波数は参考資料 3 のとおりである。

高周波数に移行したことによりアンテナの縮小が可能になり、その結果、機器の小型化が促進され聴覚障害者の機器の装着の負担が軽減した。小型化することにより、低年齢の難聴児でも装用しやすくなる上に、装用が目立たないことにより、就学児童や青年期にある難聴児者や成人難聴者にとっても、より積極的に補聴援助システムを利用しやすくなる。 このことは、聴覚障害者の障害受容と社会参加に対する重要なアドバンテージであるため、国内利用を促進することが望まれる。

図 2 に、フォナック社(スイス)が小型受信機を開発時に実施した、小径ループアンテナを用いた場合の周波数とアンテナ感度の関係をグラフに示す。ここでは、周波数が高い程アンテナ感度の効率が良いことが示されているが、その一方で、電池消費の問題もあり、毎日補聴器を装用する難聴児者に費用負担をかけることのないよう考慮し、①アンテナ感度、②消費電力の二つの観点から、200MHz 付近が補聴援助システムでは最適とされている。

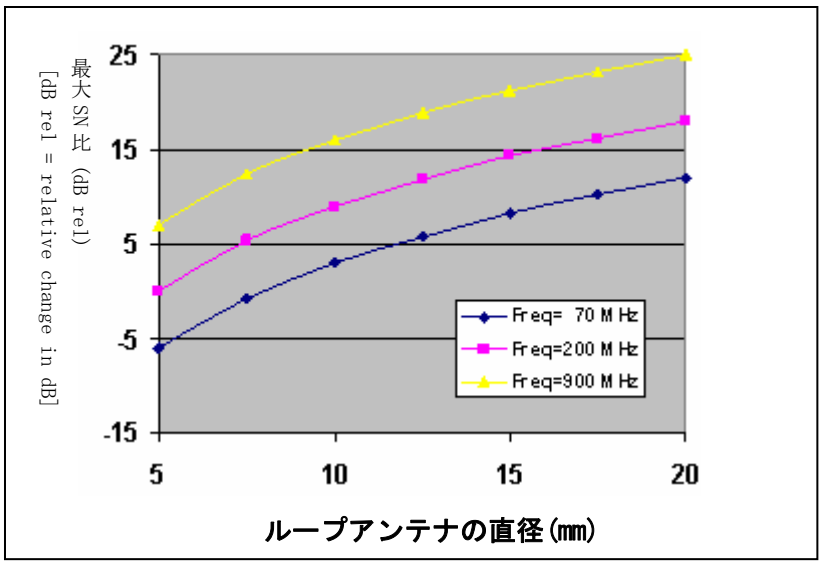


図 2　周波数と小型アンテナの感度の関係

２．３．２　課題に対する解決方策

（１）小型化への対応

現行の 75MHz 帯の補聴援助用ラジオマイク用周波数帯(75.2～75.6MHz)を用いた FM 補聴システムは専用電波であり、多くの難聴児者に歓迎されているが、学校教育上の課題がいくつか指摘されている。

近年、特に超小型受信機の装用者が増加してきているが、具体的には、「実用上、送信距離は 10m弱程度であるために、運動場や体育館、遠足や校外学習で使用は奨められない」という課題①「送信距離」とともに、「先生が黒板の方を向いたら、きこえにくくなる」「音がとぎれることがよくある」という課題②「電波の安定性」を指摘する教師や子どもの声もある。

補聴援助用ラジオマイクの受信機として、以前には図 3 のようなポケット形の製品が用いられていた。 周波数は 40MHz 帯の微弱電波を使用しており、補聴器と一体になった製品と補聴器に接続する形式のものであり、アンテナは 50～70 ㎝のイヤホンコード等と兼用になっていた。このような製品は形状が大きいために子供が装着するには負担が大きく、ろう学校以外の場所ではあまり使用されなかった。

図 3: ポケット形の補聴援助用
ラジオマイクの受信機の一例

75MHz 帯の補聴援助用ラジオマイク(又はD型ラジオマイク)の制度化と相前後して　図 4 のような受信機を内蔵した耳かけ形補聴器が使用されるようになり、主に 5～6 cm のヘリカルアンテナが使用されてきた。 これによって子供が装着する場合の負担は大幅に軽減されたが、受信機を内蔵した機種が限定されていたため補聴器の選択が制限されるという制約があった。またアンテナが突出しているために、使用している子供がロボットみたいだとからかわれるようなことがあった。

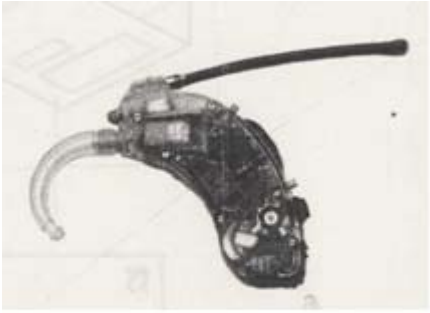


図 4: 受信機を内蔵した耳かけ形補聴器の一例

その後、欧米にて 170MHz 帯又は 216MHz 帯の制度化が進行するのに伴い、図 5 のような耳かけ形補聴器にアタッチするモジュール形式の製品が普及するようになった。

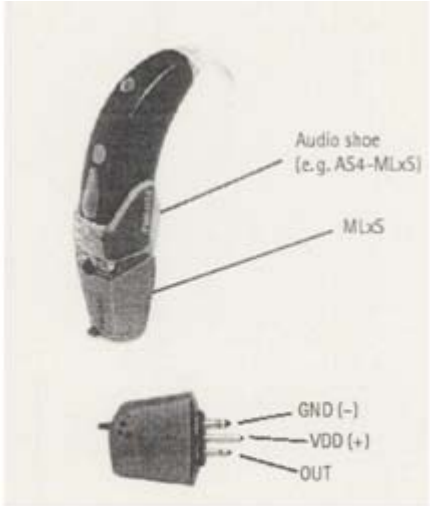


図 5: 耳かけ形補聴器にアタッチするモジュール形式の受信機の一例

補聴器との接続部分は、国際電気標準会議(IEC: International Electrotechnical Commission)の IEC 60118-12 として標準化されているため、使用者に適合する補聴器と組み合わせることができる。これには小サイズのループアンテナが内蔵され、アンテナ部分が露出しないため外観もすっきりしている。同様の製品を 75MHz 帯用に変更して日本向けに一部供給されているが、ループアンテナの効率が悪く(図 2 参照)、到達度の点で必ずしも性能が十分ではない。

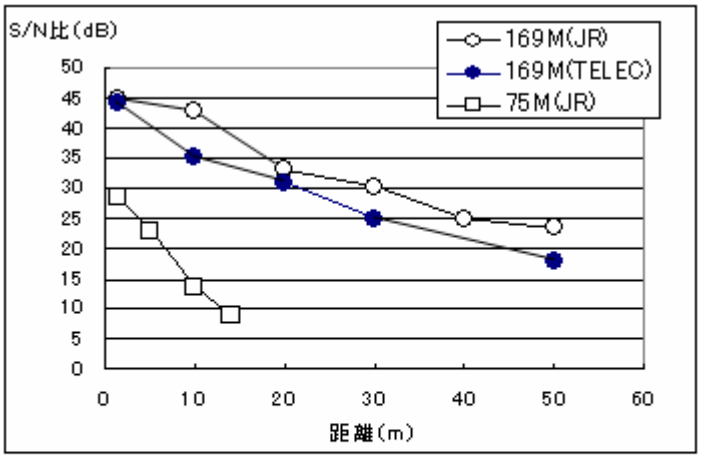


図 6: 補聴援助用ラジオマイク送受信機の通信距離に対する SN 比。 JR は 2004 年 8 月 19 日に鉄道総合技術研究所で実施した第 2 回実験の結果を示し、TELEC は 2004 年 6 月 4 日に TELEC 松戸試験所で実施した第 1 回実験の結果を示す。

図 6 はこのモジュール形式の製品で 169MHz 帯と 75MHz 帯について、送受信距離と送受信品質 SN 比との関係を比較したもので、75 MHz 帯は距離が離れると SN 比が低下しやすく、上記の不都合の原因になっていると考えられる。75MHz 帯を用いる補聴援助用ラジオマイクの受信機については、アンテナが露出しない方式で十分な性能を得ることは難しいものと思われる。

このように、75MHz 帯が補聴援助用の電波として割り当てられ、更に、小型化が進められた今も 75MHz 帯という低周波数帯を用いているために、実際の利用形態では、不都合をきたしているのが現状といえる。169MHz 帯の補聴援助用ラジオマイクの導入により、小型の受信機により高感度の送受信が可能になり、不都合が解消すると考えられる。

（２）既存システムの周波数共用検討

169MHz 帯は現行のテレビ放送の周波数(4 チャンネル)に近接していること及び広域テレメーターと同一周波数の利用となることから、それらとの相互干渉の程度について確認する必要がある。

２．３．３　国内における既存システムの概要

（１）広帯域テレメーターの利用動向及び概要

広帯域テレメーターは自動車や建設機械等の移動体の諸特性を計測する、最大で 1W 出力の工業計測用のテレメーターで、169MHz を使用して免許により使用されている。広帯域テレメーターの概要について、参考資料 5 に示す。

（２）テレビ放送の利用動向及び概要

テレビ放送は、放送開始以来、多種多様な番組の提供や即時性を生かした報道など、多くの特徴から生活に密着したメディアへ発展した。

効率的な放送ネットワーク構築のため、都市部では大電力で広い範囲を対象として電波を発射し(親局)、順次、チャンネルを変えながら親局の電波が到達しない範囲にサービスを提供する(中継局)形態が一般的である。親局は、県庁所在地など、人口が密集した都市部周辺に設置される。また、親局は VHF 帯域(1～12 チャンネル)のものが多い。

補聴援助用ラジオマイクとテレビ放送とが互いに及ぼす影響を評価する場合、放送での送信チャンネル(周波数)がラジオマイクに隣接し、かつ、テレビ放送の送信出力と送信塔からの距離が問題となる。

テレビ放送は、ハイビジョンによる高品質な番組やデータ放送などの新たなサービスが可能であり、さらに、周波数有効利用の観点などから、現在、デジタル放送への移行が積極的に進められている。2011(平成 23)年には、現在のアナログテレビ放送を終了し、デジタルテレビ放送に移行する計画である。なお、デジタルテレビ放送は、UHF 帯で行われるため、補聴援助用ラジオマイクとは互いに影響を及ぼさないこととなる。

２．４　既存無線システムとの周波数共用の検討

テレビ放送波及び広帯域テレメーターからの影響についての実験を行い、その結果をもとに干渉程度の予測モデルを算出した。その結果を参考資料4、6及び7に示す。

２．４．１　放送局(テレビ4ch)からの影響

参考資料7の表7-2に示す内容から、補聴援助用ラジオマイクの使用周波数の上限が169.85MHzで一般的な送受信距離(10m)で使用する場合に、テレビ4chの放送を東京タワーから行っている場合、放送塔からの距離が 58m 以内のときに影響を受ける可能性があるが、当該ラジオマイクの利用形態から影響を受ける可能性はきわめて少ない。また、当該ラジオマイクの限界である送受信距離(30m)の場合には、最悪値として放送塔から最大760m以内で影響を受ける可能性があるが、補聴援助用ラジオマイクの使用者に取扱説明書等で周知することで対応できるものと考えられる。

２．４．２　テレビ受信機に対する影響

169MHz 帯で検討している補聴援助用ラジオマイクは、テレビ放送波(4 チャンネル)の下側隣接チャンネルに含まれることから、4 チャンネルのテレビ放送波(映像信号搬送波:171.25 MHz)に影響を与える可能性がある。したがって、補聴援助用ラジオマイクがテレビ受信機(4チャンネル)に影響を与えないための検討を行った。

（１）実証実験

財団法人テレコムエンジニアリングセンター松戸試験所において、同所に設備のテレビ放送受信アンテナ(屋外アンテナ)の近傍(約 5m)で補聴援助用ラジオマイクの実験局の送信を行なったが、受像機に検知できる変化は発現しなかった。 次いで、受像機の近傍で送信を行なったところ、補聴援助用ラジオマイクを受像機から 2.2～2.5mの距離に近づけた場合にだけ画面に薄い斜めの縞模様が視認された。

（２）混信保護比に基づく検討

参考資料 4 のとおり検討した結果、テレビの受信機に影響を与えないための補聴援助用ラジオマイクの電界強度の上限は、10dBの混信保護比を算入して、

54－10 = 44dBμV/m

になる。

75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクでは、建物等の遮蔽による減衰を 30dB 見込んでおり、また、電気通信技術審議会答申「電気通信業務用無線呼出業務の高機能方無線設備の技術的条件」において、280MHz 帯における同様な減衰は、25dB 見込んであり、169MHz 帯で約 25dB 減衰するものと推定される。

これを含めて E = 69dB として参考資料 4 の式 4-2 を適用すると、D(調整距離)は、約 13m になる。

屋外アンテナは通常約 10m の高さを有するので、隣家の 2 階でラジオマイクを使用するなど非常に限定された状況でしか影響が発生しない。

また、この算出に用いた混信保護比は、同答申の実験結果により映像の専門家 15 名が検知しうる限界値を用いているので、それによって視聴が困難になる程のものではないと考えられる。

都市部及びその近郊の高雑音／中雑音区域においては、テレビ放送波が 74dBμV/m 以上であるため、調整距離は 2.6m になり更に影響度は少なくなる。この内容は実証実験の結果と一致している。

テレビ放送の受信に室内アンテナを用いる場合にも、テレビ放送波とラジオマイクの送信波が受像機のある建築物により同時に遮蔽減衰するため影響の程度は同様と考えられる。室内アンテナと同じ室内で補聴援助用ラジオマイクを使用した場合には建築物の影響が作用しないので影響が大きくなるが、その場合にはテレビ受信機の保有者とラジオマイクの運用当事者が同じと考えられるので了解が得られると考えられる。

以上の検討によりテレビ放送波との共用が可能と考えられるが、補聴援助用ラジオマイクの取扱説明書等においてはテレビ放送受信との関係について記載することが望ましい。

２．４．３　広帯域テレメーターからの影響

同じく参考資料 6 の予測モデルによって推定すると、広帯域テレメーターからの影響は補聴援助用ラジオマイクの周波数によって異なる。補聴援助用ラジオマイクが一般的な送受信距離(10m)の時、テレメーターの送信機から 66mの範囲内で影響を受ける可能性がある。また、ラジオマイクの限界の送受信距離(30 m)においては、220m の範囲内で影響を受ける可能性がある。

広帯域テレメーターについては、一般の人が立ち入る場所の近傍で使用されることがほとんどないため共用が可能と考えられる。

２．４．４　広帯域テレメーターへの影響

広帯域テレメーターの受信特性は、DU 比が 20dB 以上であれば、ビット誤り率が 10^{-8} 以下になり使用上の支障がないと考えられている。

参考資料 6 で詳細に検討した結果、調整距離は 120m となる。これについて、広帯域テレメーターは、利用形態から試験施設などに補聴援助用ラジオマイクの使用者を含む一般の人が立ち入る場所の近傍で使用されることがほとんどないため、共用が可能と考えられる。

２．４．５　周波数共用方策

以上の検討結果を踏まえ、既存業務の無線局の利用形態及び周波数割当状況から、補聴援助用ラジオマイクから既存業務の無線局(受信設備)への与干渉及び既存業務の無線局から補聴援助用ラジオマイクへの与干渉の可能性は極めて低く、当該周波数帯における既存業務の無線局と補聴援助用ラジオマイクの周波数共用は十分に可能と考えられる。

２．５　その他

２．５．１　電波防護指針への適合

電気通信技術審議会答申　諮問第 38 号「電波防護指針－電波利用における人体の防護指針」（平成 2 年 6 月）の表 3(a)によれば、

- 一般環境（条件 G）における 30～300 MHz の電磁界強度指針値（電界強度の実効値）は 27.5 V/m である。
- 使用状態により人体の非接地条件を満たさない場合については 15.246 V/m になり、169.4 MHz の場合、これは約 144 dBμV/m に相当する。

これに対して補聴援助用ラジオマイクの電界強度は、実測結果に基づく式 7-1（参考資料 7）によれば、一般的な使用状態である 10m の送受信距離では 87.7 dBμV/m である。また、偶発的に補聴器使用者が送信機から 0.5m に近接した場合でも 127.0dBμV/m であり指針値よりも低いため影響がないと考えられる。

なお、補聴援助用ラジオマイクにおいては話者が送信機を装着する場合があり、その場合には局所ばく露に相当することも考えられるが、これについては、電気通信技術審議会答申　諮問第 89 号「電波利用における人体防護の在り方」（平成 9 年 4 月）の「（参考）電波防護指針を満たすと考えられる携帯型の無線局」の一般環境（条件 G）において、空中線電力が平均電力で 20mW 以下の無線局の場合は、仮に無線局の全出力が身体のごく一部に吸収される場合であっても、局所 SAR の電波防護指針を満たし、局所ばく露の評価の必要性はないものと報告されており、補聴援助用ラジオマイクは空中線電力が 10mW 以下であることから、上記の条件に合致するので影響がないと考えられる。

２．５．２　必要なチャンネル数の検討

先に述べた実験局により、ろう学校において教室間の同一チャンネルにおける混信の程度を調査した。 その結果に基づき補聴援助用ラジオマイクに必要なチャンネル数について検討した。 その結果を参考資料 8 に示す。それによれば、ろう学校／難聴学級における適正な運用のためには最低 16 チャンネル（ナローバンドで 25kHz 間隔）の割当てが必要である。

なお、欧州の補聴器目的の共通周波数に 169.4375、169.5125 及び 169.5625MHz が指定されているため、これを含む周波数とするのが妥当である。

２．６　169MHz 帯補聴援助用ラジオマイクの技術的条件

小電力無線設備のうち、補聴援助システムの技術的条件については、次のとおりとすることが適当である。

なお、米国及び欧州との技術的条件に関する対比表を参考資料 9 に示す。また、75MHz 帯の補聴援助用ラジオマイクにおいては、占有周波数帯域によりワイド、ナロー、スーパーナローの 3 種類の規格が用いられていたが、スーパーナローについては伝送帯域が 5kHz に制限されることから、十分な明瞭度の改善が得られない可能性があり実施の見込みがないと考えられ、169MHz 帯補聴援助用ラジオマイクでは制度化しないこととした。

２．６．１　一般的条件

（１）通信方式

通信方式については、利用形態を踏まえ、単向通信又は同報通信方式とすること。

（２）変調方式

諸外国の利用状況を踏まえ、周波数変調方式として、音声、又は音声とデータ伝送を複合した情報を伝送することから、電波の型式として、F3E 又は F8W とすること。

（３）使用周波数帯

補聴援助用ラジオマイクの使用周波数帯については、諸外国の規定と整合を図ることから、169MHz 帯が適当とすること。

（４）空中線電力

補聴援助用ラジオマイクとして利用する距離が 30m であり、ただし受信機を非常に小型に製作する必要があり受信感度に限界があることから、それに必要となる空中線電力を踏まえて、10mW 以下とすること。

（５）空中線系

空中線の絶対利得は 2.14dBi 以下とし、不法な改造により他のへの妨害を与えない等の観点から、75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクと同様に、送信空中線の構造は、給電線及び接地装置を有しないこととし、一の筐体に収めるものとすること。

ただし、補聴援助システムの使用形態として、マイク、イヤホンのコードを空中線として共用する場合に限り、一の筐体に収めることを要しないこととする。

（６）音声伝送帯域

使用形態や補聴器の増幅する周波数帯域を考慮して、75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクと同様に次の 2 種類の音声伝送帯域を使い分けるとすること。

ワイド　　10kHz

ナロー　　7kHz

２．６．２　無線設備の技術的条件

（１）送信装置

ア　占有周波数帯幅の許容値、変調周波数、最大周波数偏移、チャンネル間隔

75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクと同様に、次のとおりとすること。

①　変調周波数（トーン信号を除く）

ワイド　　10kHz

ナロー　　7kHz

②　最大周波数偏移

ワイド　　30kHz

ナロー　　8kHz

③　占有周波数帯幅の許容値

ワイド　　80 kHz

ナロー　　30 kHz

④　チャネル間隔

ワイド　　125kHz（インタリーブ 62.5kHz）

ナロー　　50kHz（インタリーブ 25kHz）

イ　周波数の許容偏差

75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクと同様に、20×10^{-6} とすること。

ウ　空中線電力の許容偏差

上限 20%以内とすること。

エ　スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

①　必要周波数帯幅

必要周波数帯幅は、占有周波数帯幅の許容値内とみなし、80kHz 又は 30kHz

とする。

② 帯域外領域とスプリアス領域との境界

帯域外領域とスプリアス領域との境界は、必要周波数帯域幅の中心周波数から必要周波数帯幅の±250%離した周波数とする。

ワイド： 搬送波±200kHz

ナロー： 搬送波±75kHz

③ 帯域外領域

2.5μW 以下であること。

④ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

2.5μW 以下であること。

⑤ 参照帯域幅

不要発射の強度の許容値における参照帯域幅は、以下のとおりとする。

不要発射の周波数	参照帯域幅
9kHz を超え 150kHz 以下のもの	1kHz
150kHz を超え 30MHz 以下のもの	10kHz
30MHz を超え 1GHz 以下のもの	100kHz
1GHz を超えるもの	1MHz

オ 隣接チャネル漏洩電力

同一場所で使用可能な隣接チャンネル間隔として利用するために次の帯域内において輻射される電力が搬送波電力より 60dB 以上低いものであること。

ワイド 搬送波の周波数から 125kHz 離れた周波数の（±)40kHz の帯域内

ナロー 搬送波の周波数から 50kHz 離れた周波数の（±)15kHz の帯域内

キ 発振方式

75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクと同様に、水晶発振又は水晶発振により制御する周波数シンセサイザ方式とすること。

（２）受信装置

副次的に発する電波等の限度は、等価等方輻射電力で 4nW 以下とする。

（３）制御装置

ア 呼出名称記憶装置の機能

75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクと同様に、混信防止機能として、

① 主として同一の構内において使用される無線局の無線設備であって、識別符号を自動的に送信し、又は受信するもの

② 利用者による周波数の切替え又は電波の発射の停止が容易に行うことができるものとすることから、備え付けを要しないこと。

イ キャリアセンス、送信時間制限装置

75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクと同様に、備え付けを要しないこと。

ウ スケルチ及び補聴援助システムに付随する制御

トーン信号を使用しで制御することを可能とすること。

２．６．３ 測定法

（１）空中線電力の偏差

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続し連続送信状態として電力計により測定する。

なお、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。

（２）周波数の偏差

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続し連続送信状態として周波数計により測定する。

（３）スプリアス発射又は不要発射の強度

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。

帯域外領域におけるスプリアス発射は送信装置を無変調として測定する。

スプリアス領域における不要発射の強度は送信装置を標準変調状態(変調周波数 1kHz とし、周波数偏移をワイドでは±5kHz、ナローでは±2.25kHz)として測定することが適当である。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定することとするが搬送波近傍においては分解能帯域幅を参照帯域幅より狭くして測定し、参照帯域幅に換算する。また、試験用端子が空中線端子と異なる場合は、空中線端子と試験用端子の間の損失等を補正する。

（４）占有周波数帯幅

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。

送信装置を標準変調状態(変調周波数 1kHz とし､周波数偏移をワイドでは±5kHz、ナローでは±2.25kHz)とした入力電圧からワイドにあっては 16dB 高く、ナローにあっては 14dB 高くしたときに得られるスペクトル分布の全電力に関して、スペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の 0.5%となる周波数幅を測定すること。

（５）隣接チャンネル漏洩電力

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。

送信装置を無変調状態にした搬送波の電力を測定する。次に送信装置を標準変調状態(変調周波数 1kHz とし、周波数偏移をワイドでは±5kHz、ナローでは±2.25kHz)とした入力電圧からワイドにあっては 16dB 高く､ナローにあっては 14dB 高くしたときに搬送波から隣接チャネル間隔離れた周波数において技術基準で定められる帯域内の電力を測定し、搬送波電力との比を測定することが適当である。

なお、トーン信号を使用している送信装置においては、トーン信号の変調を行っている状態で測定する。

第３章　デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイク

３．１　ラジオマイクの概要と現状

３．１．１ラジオマイクの概要

ラジオマイクは、収音装置であるマイクを無線化した装置であり、その用途に応じて表１のとおり分類されており、800MHz 帯特定小電力ラジオマイクは、「B 型ラジオマイク」として分類されている。

表１　ラジオマイクの分類及び概要

分類	A 型	B 型	C 型	D 型
用途の概念	音声、楽器音等を放送用に使用できる十分な高音質で伝送することを目的とする用途	音声、楽器音等を良好な忠実度、S/N 比で伝送することを目的とする用途	音声等を必要最小限の明瞭度で伝送することを目的とする用途	音声等を必要最小限の明瞭度で伝送することを目的とする用途
用途の例	放送スタジオ、劇場、ホール、競技場等においてコンサート、ミュージカル、演劇等のために場内音響、中継放送等を行う用途 撮影所屋外等において映画撮影、ニュース取材のために収録、中継放送等を行う用途	劇場、ホール等においてコンサート、演劇等のための場内音響を行う用途 結婚式場、ホテル、会議場において披露宴、講演、会議等のために音声、楽器等の拡声を行う用途	学校、会議室、ホテル、駅、工場等において講義、会議、案内等のために音声の拡声を行う用途	劇場、ホールでのコンサート、演劇の案内等のために音声ガイドを行う用途
通信方式	単向通信方式 同報通信方式	単向通信方式 同報通信方式	単向通信方式 同報通信方式	同報通信方式
使用周波数帯	779.125～ 787.875MHz 797.125～ 805.875MHz (放送事業用 FPU と周波数共用)	806.125～ 809.750MHz	322.025～ 322.150MHz 322.250～ 322.400MHz	74.58～74.76MHz
ダイナミックレンジ	96dB 以上	96dB 以上	82dB 以上	80dB 以上
変調周波数特性	～15kHz	～15kHz	～7kHz	～10kHz
占有周波数帯幅	110kHz/330kHz	110kHz	30kHz	80kHz
チャネル間隔	125kHz	125kHz	25kHz	60kHz
実運用最小チャネル間隔	250kHz/500kHz	250kHz	50kHz	120kHz

空中線電力	10mW 以下	10mW 以下	1mW 以下	10mW 以下
同時使用 チャネル数	20 波(142 波中)	6 波(30 波中)	4 波(13 波中)	2 波(4 波中)
電波の型式	F3E, F8E 又は F8W	F1D, F2D, F3E, F8W 又は F9W	F1D, F2D, F3E, F8W 又は F9W	F3E 又は F8W
無線局免許	要(陸上移動局)	不要	不要	不要
無線従事者	不要	不要	不要	不要

一体型(ハンディタイプ)
利用者による手持ち又はマイクスタンドに設置して使用

ツーピース型(タイピン タイプ)
マイク部分をタイピン等に、本体をベルト又はポケット等に装着して使用

図1　ラジオマイクの機器例

３．２　ラジオマイクの利用状況

ラジオマイクのうち、A 型ラジオマイクについては既に 2 万台以上、B 型及び C 型は 240 万台が既に運用され、年間で 11 万台から 20 万台程度出荷されている(「小電力無線機器・システムに関する調査研究報告書(1997 年度版)」(社団法人日本電子機械工業会(JEITA)　小電界機器・システム委員会)及び総務省「平成 16 年度電波の利用状況調査の評価結果の概要の無線機器調査結果」より集計)。

特に、B 型ラジオマイクは、806～810MHz の 4MHz 帯域幅において、学校施設(大学・専門学校・予備校などの講義)、ホテル(会議場・結婚式場)・集会場、カラオケボックス等における利用や、高い音声品質を要求する舞台劇場、コンサート・イベント会場等の大規模な利用等、非常に幅広い用途で利用されている。このため、今後も需要の増加やニーズの多様化等から周波数の逼迫が想定される。

以下に、B 型ラジオマイクの主な利用状況を示す。

（１）ホテル・結婚式場・学校などでの使用

ラジオマイクは、ホテルの宴会場、会議場、結婚式場などでのスピーチ・演出用として、また、幼稚園、小中学校、高等学校、大学、専門学校、予備校等の学校施設において主に拡声用途に幅広く使用されている。

いずれの利用シーンにおいても、ラジオマイクのサービスエリアとしてこれら全域をカバーすることが望ましい。

ア　サービスエリアの想定

①　ホテルの宴会場、会議場、結婚式場等での使用

ホテルでは主に宴会場、会議場、結婚式場等で使用されている。コンベンション機能を備えた大規模ホテルでは、大規模な国際会議にも対応可能な複数の会議場を設置しており、それぞれの会場においてラジオマイクが複数使われることが珍しくない。

使用場所の広さとしては、

・結婚式場：100～200 ㎡程度

・中規模の宴会場・会議場：100～500 ㎡程度

・大規模の宴会場・会議場；500～1000 ㎡程度

である。

② 学校

学校施設においては、主に入学・卒業などの式典、体育祭、文化祭などの各行事に使用されているが、大学・専門学校・予備校等においては広い教室での授業・講義のために日常的に使用されている。

使用場所の広さとしては、

・体育館：受信アンテナから 30～60m 程度

・運動場(グラウンド)：受信アンテナから 60～100m 程度

・教室等：受信アンテナから 10～20m 程度

・大学、専門学校、予備校：講義室の広さ 70～100 ㎡程度

である。

③ その他(企業の会議室、自治会の集会所など)

企業の会議室の場合は､概ね 10～30 名程度の会議で運用されるケースが多く、広さは 20～50 ㎡程度である。

また、集会所の場合は、概ね 30～100 名程度の集会において、主にアンプスピーカー内蔵の可搬型機器が使用され、広さは 50～100 ㎡程度である。

イ 同一場所で同時運用に必要なチャネル数

① ホテルの宴会場、会議場、結婚式場等での使用

ホテルの宴会場、会議場、結婚式場におけるラジオマイクの使用本数は、会場あたり 2～3 波であり、これを上回る利用については有線マイクが導入されている。この時点では、現行 B 型ラジオマイクの同時運用チャネル数 6 波により十分満足可能である。

しかしながら、宴会場・会議場などは、同一フロアに 3～5 の会場が隣接して設置されているケースが多く、さらに大規模な施設では、イベントの規模に応じてパーティションなどで仕切り、複数の中小会場として使用する場合もある。このことから、隣接する会場を含めて同一場所(エリア)として考慮する必要があり、結果として同時運用チャネル数は 6～15 波が必要となり、現行型ラジオマイクの同時運用チャネル数 6 波では対応できないケースが発生する。

② 学校

小中学校、高等学校では、校舎内放送設備、運動場・体育館内放送設備、スピーカーアンプ内蔵の可搬型設備用にそれぞれ 2 波程度、合計で 10 波程度のラジオマイクが使用されており、体育祭・文化祭などの学校行事においては、これらが同時利用される場面も想定され、現行 B 型ラジオマイクの同時運用チャネル数 6 波では対応できない場合がある。

大学・専門学校・予備校においては、各講義室に講師用のラジオマイクが設置されているケースがあり、一校舎内の複数の講義室で同時使用するケースでは 10 波程度必要と見られる。この場合、現行 B 型ラジオマイクの同時運用チャネル 6 波では対応できないケースが発生する。

③ その他(企業の会議室、自治会の集会所など)

企業の会議室で使用する場合、2～3 波程度の利用が一般的であるが、都市部の雑居ビル内においては、他企業が所有するラジオマイクからの干渉・混信を含め多くのチャネル数を必要とする場合が想定される。

自治会の集会場での使用については、最大でも 2～3 波の使用が見込まれる。

（２）イベント会場・アミューズメント施設、デパート等の商業施設での使用

ラジオマイクは、イベント会場やアミューズメント施設、スーパー、デパート、百貨店などの商業領域でも幅広く利用されている。

これらの利用シーンにおいても、ラジオマイクのサービスエリアとしてこれら全域をカバーすることが望ましい。

ア サービスエリアの想定

① イベント会場・アミューズメント施設

屋外使用も想定する必要があるが、通常、アトラクションやイベントが行なわれる範囲はそれほど広くなく、サービスエリアは受信アンテナから半径 60m 程度を安定にカバーできれば問題はないと考えられる。

② デパートを含む商業施設等

雑踏の中では、肉声が通りにくいため、商品の説明時等に使用される。ワゴン販売などにおける商品の説明や、各種バーゲン開催時の客の誘導にも使用されている。

店頭での商品 PR の場合、商品から離れて拡声することはほとんどないため、

30～50m 程度の到達距離が確保できれば問題ないと思われる。

イ　同一場所で同時運用に必要なチャネル数

①　イベント会場やアミューズメント施設

1つのアトラクションやイベントに対し3～4波程度の同時運用が考えられる。

一方、大規模な展示会やコンベンション等では会場内の各ブースでのデモなどに数多くラジオマイクが使用され、トータルで100波以上使用されることもある。この場合、A型も多用され、特定ラジオマイク利用者連盟が各周波数の調整を行うこともある。

②　デパートを含む商業施設等

同一施設内の販売エリアごとに拡声を行なう必要があり、さらには使用される場所が都市部の過密地帯であることから他の施設からの影響を受けやすいため混信、干渉等を考慮しながら運用するケースが極めて多い。このため 6 波以上のチャネルが使用されるケースが多い。

このように、B型ラジオマイクは、ホテル・結婚式場・学校などのように、集積的な利用が行われている場所においては、現行の同時運用チャネル数(最大 6 波)では不足するケースが発生している。

今後の B 型ラジオマイクの需要増に対応するため、同一場所における同時運用チャネル数を増加させるとともに、同一チャネルにおける繰返し利用可能なラジオマイク間所要距離を短縮させ、利用密度を向上させる必要があり、その方策として、B型ラジオマイクのデジタル化が挙げられる。

３．３　800MHz 帯特定小電力ラジオマイクのデジタル方式の検討

３．３．１　デジタル化に向けた要求条件

（１）必要とされる音声品質

800MHz 帯特定小電力ラジオマイク(B 型ラジオマイク)に要求される音声品質は、学校施設(大学・専門学校・予備校などの講義)、ホテル(会議場・結婚式場)・集会場等における汎用的な拡声用途から、舞台劇場・コンサート分野にも適用できる高い音声品質を有するものまで幅広いニーズがある。

このため、デジタル化に際しては、以下の条件について十分考慮する必要がある。

ア　ダイナミックレンジ

学校施設(大学・予備校などの講義)、ホテル(会議場・結婚式場)・集会場、カラオケボックス等における一般業務における利用では、ダイナミックレンジとして 80～100dB が要求される。

また、より高い音声品質が要求される舞台劇場やコンサートにおいては 100dB 以上のダイナミックレンジが要求される。

なお、デジタル方式 B 型ラジオマイクにおいて最大要求の 100dB 以上のダイナミックレンジを実施するためには、20bit 以上の量子化ビット数が望ましいといえるが、各分野の他の要求事項や市場特性を加味しながら、16bit 相当、20bit 相当、20bit 以上といったグレード分けがなされ、利用シーンにおける選択肢と多様性の広がりを考慮することが望ましい。

イ　伝送可能な最高音声周波数

周波数特性については、人間の声のほか、楽器音等の伝送を考慮して、現行 B 型ラジオマイクと同等の 15kHz 以下とすることが適当である。最高音声周波数 15kHz を伝送するために必要なサンプリング周波数としては、32kHz とすることが適当である。

また、周波数帯域と周波数利用効率を考慮して、最高音声周波数の上限値を例えば 7kHz、10kHz、15kHz といったバリエーション展開することが望ましい。

ウ　遅延時間

ラジオマイクのデジタル化においては、ラジオマイク側にアナログ音声信号をデジタル信号に変換処理するための回路を、受信機側に必要に応じてデジタル信号からアナログ音声信号に再変換処理するための回路を実装しなくてはならない。

このため、これらの変換・再変換処理に要する遅延時間が発生する。

学校施設、ホテル、集会所等における一般業務においては、遅延時間が 5msec 以下であれば、実用に十分供することができる値であり、ラジオマイク側及び受信機器側との総合特性の遅延を 5msec 以下に抑えれば利用者の要求品質を満たすことができる。

ただし、遅延時間の短縮は、高性能な変換装置の実装が必要となるなど、機器コストとのトレードオフとなるほか、利用状況によっては 5msec 以上の遅延時間であっても支障ない場合もある。

したがって、デジタル方式 B 型ラジオマイクの信号処理変換に伴う遅延時間については、高い音声品質を要求する場合は、ラジオマイク側及び受信機器側を合わせで 5msec 以下となることが望ましいが、特段高い音声品質を要求しない場合は、5msec 以上の遅延時間であっても差し支えないものとすることが適当である。

３．３．２　無線方式

（１）通信方式

デジタル方式 B 型ラジオマイクの通信方式は、参考資料 10 に掲げる利用形態を考慮し、単向通信方式及び同報通信方式とすることが適当である。

（２）変復調方式

ラジオマイクは、利用者が手持ち又は装着して動きながら運用すること踏まえ、伝搬特性やフェージング特性、音声品質の安定性、伝送効率、電力効率、使用周波数のバランスを考慮した場合、現段階においては、デジタル無線全般で普及している位相変調(Phase Shift Keying 以下「PSK」という。)方式のうち、QPSK 方式、8PSK 方式が最も適していると考えられる。

一方、その他方式については、周波数変調(Frequency Shift Keying 以下「FSK」という。)方式及び直交振幅変調(Quadrature Amplitude Modulation 以下「QAM」という。) 方式が考えられる。

FSK のうち、2 値 FSK については、変復調系から高周波に至る領域において、既存アナログ方式で採用されている FM 方式に類似する機器構成が可能で、低コスト・低消費電力化が期待できるが、QPSK・8PSK に比べ、情報伝送効率は下がる。

QAM は、伝送効率を大幅に向上することが可能である一方で、現段階では、伝搬特性・フェージングなどによる音声品質の安定性を図るための対策が必要となる。

このように現時点では、デジタル方式B型ラジオマイクの変復調方式としてPSK方式が最も適しているが、ラジオマイクの利用は様々な形態が想定され、今後より良い方式のものが利用可能となった場合に利用者の選択自由度を確保する観点から、PSK方式におけるシンボルレートをもとに設定される占有周波数帯域幅を基本とし、その範囲内であればPSK方式以外の変調方式(現行アナログシステムと同等又はそれ以上の伝送品質を確保できる場合)の導入を可能とし、利用者が様々な方式を選択できることが望ましい。

（３）シンボルレート

デジタル方式B型ラジオマイクの伝送速度は、音声符号(128kbps)のほかに同期用符号や誤り訂正符号を合わせて見込む必要がある。

このため、音声符号の 2～3 倍の 256kbps～384kbps での伝送が可能であることが望ましい。

なお、256kbps の伝送速度で π/4 シフト QPSK を用いた場合のシンボルレートは 128ksymbol/sec となる。

（４）占有周波数帯域幅

現行のアナログ方式B型ラジオマイクの占有周波数帯幅は 110kHz であり、チャネル間隔は 125kHz、実運用上の最小チャネル間隔は 250kHz である。現行のアナログ方式 B 型ラジオマイクと使用周波数帯域を共用するためには、同一エリア内でのアナログ方式 B 型ラジオマイクとの親和性を考慮し、混在配置条件を規定しやすい 125kHz の整数倍間隔に収容して運用できる占有周波数帯域幅が望ましい。

デジタル方式 B 型ラジオマイクの標準的な占有周波数帯幅を考えると、送信設備の帯域制限要ロールオフフィルタのロールオフ率を 0.5、QPSK 変調を行った場合のシンボルレートが 128ksymbol/sec とすると、占有周波数帯域幅は 192kHz となる。

ここで導き出された占有周波数帯域幅 192kHz は、現行のアナログ方式B型ラジオマイクとの親和性を考慮し、かつ、シンボルレートを 128ksymbol/sec とした標準的な値であり、様々な利用シーンや今後導入される新たな変調方式に対応するためには、占有周波数帯域幅を 192kHz を上限としつつ、シンボルレートの可変や他の変調方式の導入がなされることが望ましい。

３．３．３　回線設計

参考資料 12 のとおり。

３．３．４　周波数配列

（１）前提条件

ア　シンボルレートは、128ksymbol/sec とする。

イ　使用周波数帯域は、現行 B 型ラジオマイクと同様に 806MHz～810MHz とする。

ウ　相互変調歪は、3 次相互変調までを考慮する。

エ　占有周波数帯域幅は、192kHz とする。

オ　同一エリアにおける実運用最小チャネル間隔は、375kHz とする。

（２）デジタル方式 B 型ラジオマイクにおける同時使用チャネル数

現行 B 型ラジオマイクは、806.125kHz から 809.750MHz の間に計 30 波の割当て周波数を有しているが、同一エリアでの使用で 3 次相互変調の影響を受けることなく同時に使用できるチャネル数は、最大 6 波である。

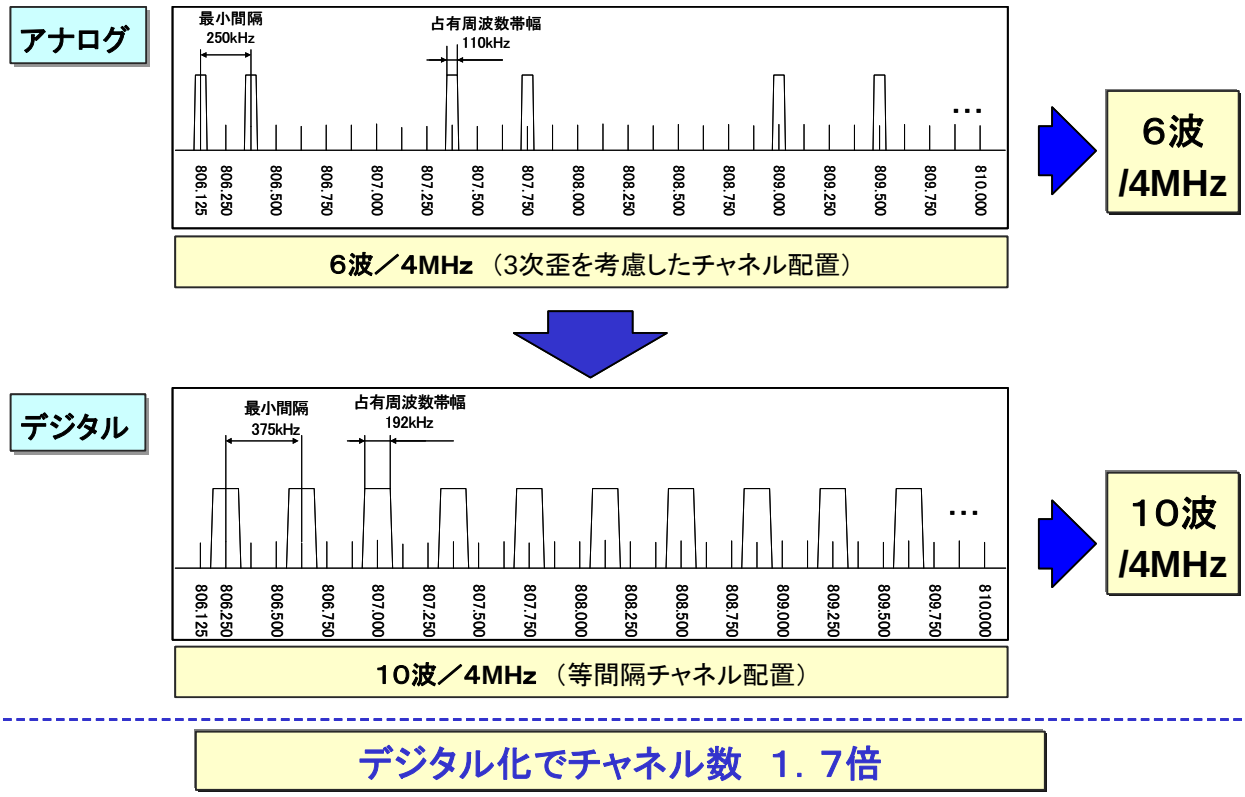


図 2　アナログ方式・デジタル方式の同時使用可能チャネル数の比較

これに対して、デジタル方式B型ラジオマイクは所要DU比の改善により、等間隔での配置が可能となるため、現行 B 型ラジオマイクと同じ 806.125kHz から809.750MHz まで計 30 波の割当て周波数において最大 10 波の同時使用を見込むことができる(図 2「アナログ方式・デジタル方式の同時使用可能チャネル数の比較」を参照。)。

これにより、現行 B 型ラジオマイクの同時運用チャネル数 6 波では不足するようなケース(宴会場・会議場・結婚式場や、大学・専門学校・予備校における講義など。前述 3.2 参照。)においても、チャネル数不足の解消又は大幅な改善が可能となる。

また、同一周波数における干渉・混信について、図 3 に示す近接距離という尺度を用いて比較する。現行 B 型ラジオマイクの同一周波数での運用条件は帯域内妨害比 40dB であるのに対して、デジタル方式B型ラジオマイクの場合は帯域内妨害比 20dB とすることが可能である。

ここで、ラジオマイクの使用エリアを受信アンテナから半径 60m、エリア間を隔てる建物壁面等の遮蔽物による伝搬損失を 15dB とし、参考資料 12 の１（１）に掲げる標準伝搬路モデルをもとに同一周波数で次のエリアまでの干渉距離を算出すると、図3「アナログ方式・デジタル方式のエリア間近接距離の比較」に示すように、現行 B 型ラジオマイクで同一周波数の他エリアを設けるためには、自エリア端から180mの離隔が必要であるのに対し、デジタル方式B型ラジオマイクでは自エリア端から 30m の離隔で同一周波数により他エリアを設けることが可能となる。

このように、デジタル方式同士であれば、同一周波数を使用するエリア離隔距離を 1/6 まで圧縮することができ、より多くのユーザーの収容が可能となる（マイクの通話エリアを半径60mと仮定した場合、マイク間距離はアナログ方式で300mであったものが、デジタル方式では150mへと1/2に圧縮可能となる。)。

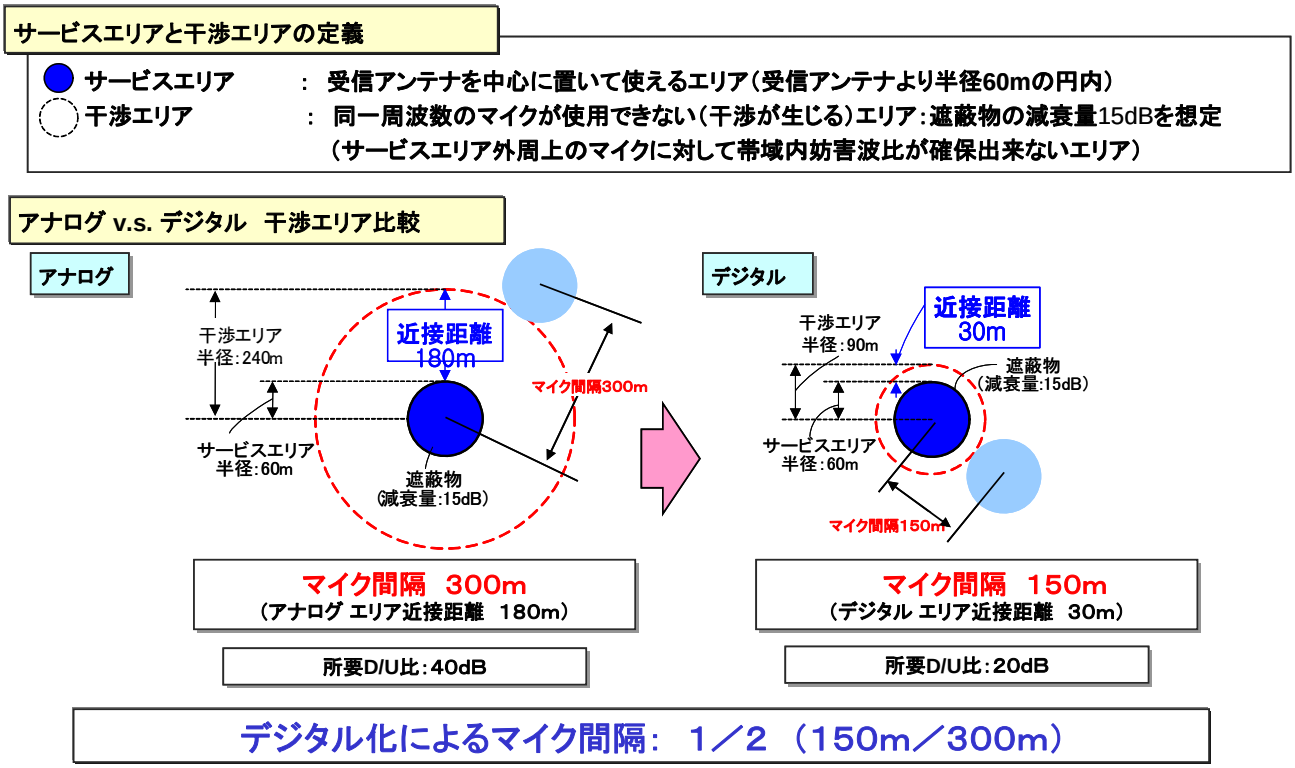


図 3　アナログ方式・デジタル方式のマイク間隔の比較

さらに、この結果に基づき同一周波数でのエリア再利用を面的に配置すると、図 4「アナログ方式・デジタル方式の同一周波数エリア再利用配置例」に掲げるとおり、アナログ方式では 7 つのエリアで同一周波数の再利用となるのに対して、これと同じ面積でデジタル方式は 19 のエリアで同一周波数の再利用が可能となる。

このように、デジタル方式同士であれば、面的環境において、同一周波数による再利用をアナログ方式の 2.7 倍に向上することができ、前述（２）「デジタル方式 B 型ラジオマイクにおける同時使用チャネル数」に掲げる同時使用チャネル数の増加（アナログ方式 6 波→デジタル方式 10 波）による効果を加味すると、面的環境において、デジタル方式はアナログ方式と比べて 4.5 倍の周波数有効利用を図ることが可能となる。

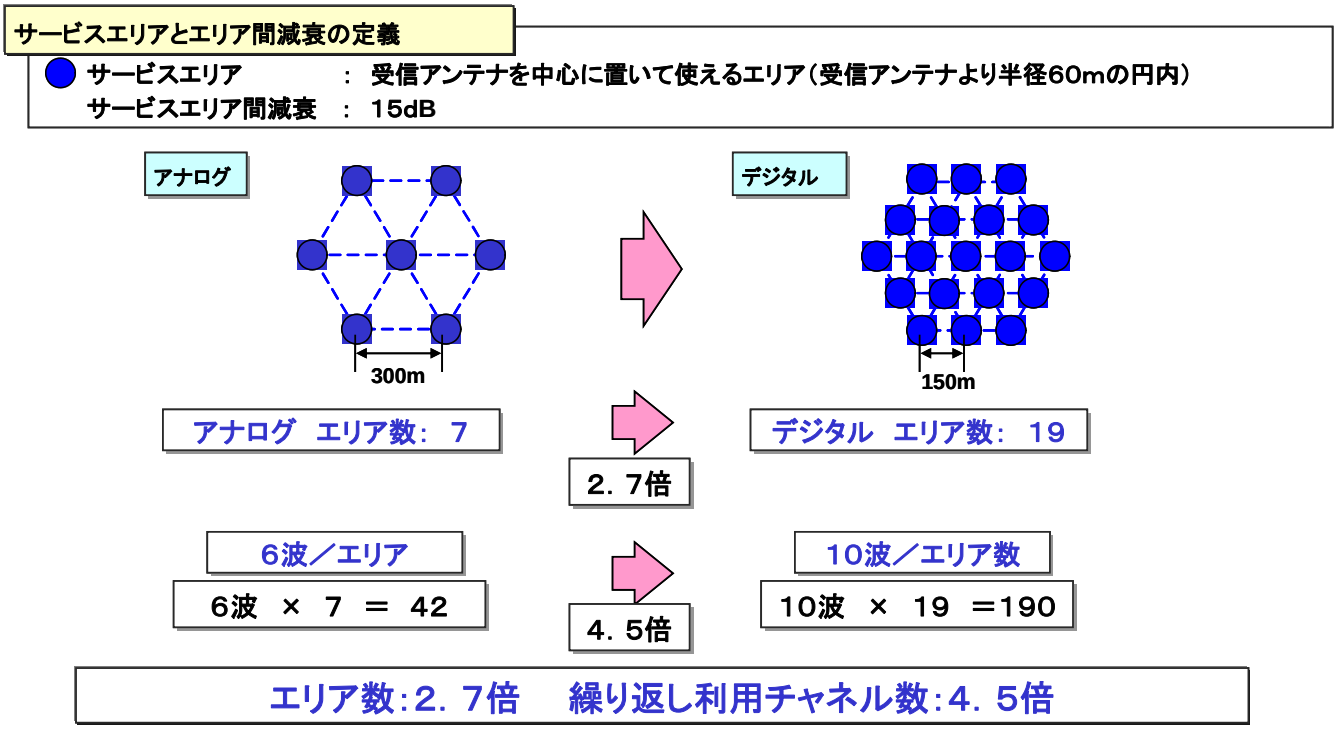


図４　アナログ方式・デジタル方式の同一周波数エリア再利用配置例

３．３．５　改造防止策

違法改造対策に関しては、現行Ｂ型ラジオマイクと同様に次の防止策として、「ブースターアンプを付加して、基準の空中線電力以上の強度の電波を発射できないよう、送信空中線と筐体部分を一体構造とし、容易に開けることができないようにすること。」が適当である。

３．３．６　電波防護指針への適合

デジタル方式Ｂ型ラジオマイクの使用においては、使用者自身が送信機（ラジオマイク）手に取る又は装着するため、局所ばく露に相当することも考えられる。

このような状況における電波防護指針については、電気通信技術審議会答申　諮問第89号「電波利用における人体防護の在り方」（平成９年４月）「（参考）電波防護指針を満たすと考えられる携帯型の無線局」において、次のように述べられている。

【電気通信技術審議会答申 諮問第89号「電波利用における人体防護の在り方」(平成9年4月)より抜粋】

(参考)電波防護指針を満たすと考えられる携帯型の無線局
一般環境(条件G)においては、空中線電力が平均電力で 20mW 以下の無線局については、仮に無線局の全出力が身体のごく一部に吸収される場合でも、局所SAR の電波防護指針を満たしており、評価の必要性はないものと考えられる。
また、管理環境(条件P)においては、空中線電力が100mW以下の無線局については、評価の必要性がないものと考えられる。
(根拠)
2W/kg(条件G)の指針値を10g 当たりの電力で考えると20mW、
10w/kg(条件P)の指針値を10g 当たりの電力で考えると100mW。

デジタル方式B型ラジオマイクの空中線電力は、現行アナログ方式と同様に10mW以下であり、上記の条件に合致するため、影響がないものと考えられる。

３．３．７　デジタル方式と現行アナログ方式との同時利用

デジタル方式Ｂ型ラジオマイクは、現行アナログ方式Ｂ型ラジオマイクと同じ周波数帯を使用することから、当面の間は、デジタル方式とアナログ方式の装置が併存することとなる。このため、電波干渉に比較的強いデジタル方式は干渉を受けないが、アナログ方式は受ける、と言ったケースも想定されるが、これはアナログ方式同士では使用できないが、デジタル方式が入ることによってデジタル方式側が使えるようになることを意味するものであり、アナログ方式のみが用いられていた環境にデジタル方式が入ることによって利用環境を悪くしているものではない。このような場合は、アナログ方式側が、チャネルを変更したり、送受信機の距離を短くすることで対応が可能である。

また、特に周波数が混み合う大規模なイベント等では従来どおり運用調整による対応が必要であるが、この様な場合は、同時利用の使用本数が少ないアナログ方式が干渉を受けずに利用可能となるようにチャネルの確保、マイク送信機から受信機の距離の短縮、会場配置の工夫等の配慮が必要である。

３．４　デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイクの技術的条件

デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイク（デジタル方式 B 型ラジオマイク）の技術的条件については、高い音声品質を要求する舞台劇場、コンサート・イベント会場等の大規模な利用のほか、学校施設（大学・予備校などの講義）、ホテル（会議場・結婚式場）・集会場、カラオケボックス等、非常に幅広い用途で利用されている形態を考慮し、次のとおり定めることが適当である。

３．４．１　一般的条件

（１）通信方式

単向通信方式又は同報通信方式とすること。

（２）変調方式

変調方式は、位相変調方式、周波数変調方式又は直交振幅変調とすること。

（３）使用周波数帯

デジタル方式 B 型ラジオマイクの周波数帯は、周波数の有効利用の観点から、従来の B 型ラジオマイクに使用されている 800MHz 帯とすること。

（４）空中線電力

要求される最大のサービスエリアが約 60m から 100m とした場合に必要な空中線電力として、10mW 以下とすること。

（５）空中線系

その構造は給電線及び設置装置を有しないものとし、その絶対利得は、2.14idB 以下であること。

３．４．２　無線設備の技術的条件

（１）送信装置

ア　占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅の許容値は、192kHz 以下とすること。

イ　隣接チャネル間隔

同一場所で使用可能な隣接チャネル間隔は、375kHz 以下とすることが適当で

ある。なお、将来における更なる狭帯域伝送に備え、割り当て可能な最小隣接チャネル間隔については250kHzとすること。

ウ　周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、$\pm 20 \times 10^{-6}$とすること。

エ　空中線電力の許容偏差

上限20%以内であること。

オ　スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

①　必要周波数帯幅

必要周波数帯幅は、占有周波数帯幅の許容値内とみなし、192kHzとする。

②　帯域外領域とスプリアス領域との境界

帯域外領域とスプリアス領域との境界は、必要周波数帯域幅の中心周波数から必要周波数帯幅の±250%離した周波数とする。

中心周波数　±480kHz

③　帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値

2.5μW以下であること。

④　スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

2.5μW以下であること。

⑤　参照帯域幅

不要発射の強度の許容値における参照帯域幅は、以下のとおりとする。

不要発射の周波数	参照帯域幅
9kHzを超え150kHz以下のもの	1kHz
150kHzを超え30MHz以下のもの	10kHz
30MHzを超え1GHz以下のもの	100kHz
1GHzを超えるもの	1MHz

カ　隣接チャネル漏洩電力

搬送波の周波数から375kHz離れた周波数の(±)96kHzの帯域内において輻射される電力が搬送波電力より40dB以上低いこと。

（２）受信装置

副次的に発する電波等の限度は、等価等方輻射電力で4nW以下とする。

（３）制御装置

ア　呼出名称記憶装置の機能

備え付けを要しない。

イ　キャリアセンス、送信時間制限装置

備え付けを要しない。

（４）その他の装置

デジタル方式 B 型ラジオマイクは、多数の利用者が共通の周波数を利用するところから、公平な電波の利用、混信の防止及び無線設備の違法な改造による他の無線局への妨害を防止するため、次の機能を有する必要がある。

ア　送信装置の空中線

送信装置の空中線は不法な改造により他への妨害を与えないため、その構造は給電線及び接地装置を有しないものとすること。

イ　送信装置の筐体

不法な改造を困難にするため、送信装置の筐体は容易に空けることができないものとすること。

３．４．３　測定法

各測定に共通する事項として変調に用いる標準符号化試験信号は、符号長 511 ビットの 2 値擬似雑音系列 ITU-T 勧告 0.150 に準拠とする。

（１）空中線電力

空中線電力は、通常の動作中の送信機から空中線系の給電線に供給される電力であって、変調信号の符号速度と同じ符号速度の標準符号化試験信号を変調器に加えた状態で変調速度の周期に比較して十分長い時間にわたって平均された指定又は定格電力を測定する。なお時間的に非連続送信を行う送信装置については本測定を実施するために連続送信状態に切り替え可能であることが適当である。

（２）周波数の許容偏差

単一周波数送信かつ連続送信状態における最大の周波数偏差を測定する。本測定を実施するために単一周波数送信かつ連続送信状態に切り替え可能であることが適当である。

（３）占有周波数帯幅

変調信号の符号速度と同じ速度の標準符号化試験信号で得られるスペクトル分布の電力の総和(以下「全電力」という)を求め、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和がそれぞれ全電力の0.5%となる周波数帯幅を測定する。

（４）隣接チャネル漏洩電力

空中線端子に擬似負荷(インピーダンス整合回路又は減衰器等)を接続し連続送信状態としてスペクトルアナライザ等により測定する。

送信装置を変調信号の符号速度と同じ符号速度の標準符号化試験信号を変調器に入力した状態で搬送波の周波数から隣接チャネル間隔(375kHz)離れた周波数における技術基準で定められる帯域内の電力と、搬送波の中心周波数における技術基準で定められる帯域内の電力との比を測定することが適当である。

（５）スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

スプリアス発射又は不要発射の強度は、給電線に供給される周波数ごとのスプリアス発射又は不要発射(注)の平均電力を測定する。

(注)：

「スプリアス発射」とは、必要周波数帯外における一又は二以上の周波数の電波の発射であって、そのレベルを情報の伝送に影響を与えないで低減することができるものをいい、高調波発射、低調波発射、寄生発射及び相互変調積を含み、帯域外発射を含まないものをいう。

「帯域外発射」とは、必要周波数帯に近接する周波数の電波の発射で情報の伝送のための変調の過程において生ずるものをいう。

「不要発射」とは、スプリアス発射及び帯域外発射をいう。

「スプリアス領域」とは、帯域外領域の外側のスプリアス発射が支配的な周波数帯をいう。

「帯域外領域」とは、必要周波数帯の外側の帯域外発射が支配的な周波数帯をいう。

別表１

情報通信審議会　情報通信技術分科会
小電力無線システム委員会　構成員

（敬称略、専門委員は五十音順）

	氏　　名	所　　属
主　査 （～第 13 回）	中川　正雄（なかがわ　まさお）	慶応義塾大学理工学部教授
主　査 （第 14 回～）	森川　博之（もりかわ　ひろゆき）	東京大学大学院　工学系研究科　教授
主査代理	小川　博世（おがわ　ひろよ）	（独）情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター長
専門委員	阿部　宗男（あべ　むねお）	ＫＤＤＩ（株）ネットワークソリューション事業本部 メディア営業部長
〃	伊藤　豊彦（いとう　とよひこ）	（株）デンソーウェーブ　取締役　専務執行役員　自動認識事業部長
〃	岩崎　文夫（いわさき　ふみお）	（株）ＮＴＴドコモ　執行役　ネットワーク企画部長
〃	遠藤　信博（えんどう　のぶひろ）	日本電気（株）執行役員　モバイルネットワーク事業部長
〃	加藤　高昭（かとう　たかあき）	東京電力（株）執行役員 光ネットワーク・カンパニープレジデント
〃	河合　直樹（かわい　なおき）	日本放送協会 技術局 技術主幹
〃	神戸　肇（かんべ　はじめ）	日本テキサス・インスツルメンツ（株）ＡＳＰ事業部 事業部長
〃	久間　和生（きゅうま　かずお）	三菱電機（株）　常務執行役 開発本部長
〃	倉本　實（くらもと　みのる）	パナソニックモバイルコミュニケーションズ（株）　技術特別顧問
〃	甲田　秀臣（こうだ　ひでおみ）	（株）ニッポン放送 取締役 技術局長
〃	斉藤　利生（さいとう　としお）	日本電信電話株式会社 第二部門 電波室長
〃	坂下　仁（さかした　ひとし）	（社）日本自動認識システム協会　ＲＦＩＤ専門委員会　委員長
〃	高野　健（たかの　たけし）	（株）富士通研究所 フェロー
〃	田中　芳夫（たなか　よしお）	マイクロソフト（株）業務執行役員 最高技術責任者 最高セキュリティ責任者
〃	千葉　徹（ちば　とおる）	シャープ（株）取締役 技術本部長
〃	所　眞理雄（ところ　まりお）	ソニー（株）　コーポレート・エクゼクティブＳＶＰ 技術渉外担当
〃	丹羽　一夫（にわ　かずお）	（社）日本アマチュア無線連盟 副会長
〃	平野　忠彦（ひらの　ただひこ）	マイティカード（株）技術本部 技術最高顧問
〃	本多　美雄（ほんだ　よしお）	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
〃	正村　達郎（まさむら　たつろう）	日本無線（株）　取締役 研究開発本部長
〃	宮内　瞭一（みやうち　りょういち）	（財）テレコムエンジニアリングセンター　専務理事
〃	弓削　哲也（ゆげ　てつや）	日本テレコム（株）　専務執行役、ＣＴＯ、研究所長兼企画本部長
〃	若尾　正義（わかお　まさよし）	（社）電波産業会　専務理事
〃	渡辺　栄一（わたなべ　えいいち）	（株）東芝　経営監査部 経営監査第五担当 参事

別表２

情報通信審議会 情報通信技術分科会
小電力無線システム委員会　ラジオマイク高度化作業班 構成員

（敬称略、五十音順）

氏　　名	所　属
おおはし　せつこ 大橋　節子	オーティコン㈱　教育室
おがわ　いちろう 小川　一朗	ソニーイーエムシーエス㈱ 湖西テック 設計センター　オーディオビジネス部 AP 開発課　技術担当マネジャー
かみむら　ふみお 上村　文雄	㈱オーディオテクニカ　成瀬事業所 技術部一課マネージャー
きむら　しゅうぞう 木村　修造	有限責任中間法人　日本補聴器工業会　理事
こくぶん　やすもり 国分　泰守	日本ビクター㈱ システム営業本部・営業戦略部 プロサウンド・プロジェクト・マネージャー
さとう　まさゆき 佐藤　正幸	国立大学法人　筑波技術大学　教授
すぎうち　ともこ 杉内　智子	関東労災病院 耳鼻咽喉科副部長 感覚器センター 医長
そめや　あきら 染谷　明	明星電気㈱　事業統括本部　技術管理グループ
たての　まこと 館野　誠	リオン㈱　聴能技術部　次長
たなか　ともひさ 田中　智久	TOA㈱　開発部　開発3課
たにぐち　しょうへい 谷口　尚平	松下電器産業㈱　パナソニックシステムソリューションズ社 技術開発・モノづくり部門　システム技術センター サウンド技術グループ　サウンドシステム設計２チーム　主任技師
はやし　さとし 林　智	フォナック・ジャパン㈱　テクニカルマネージャー
ふじさわ　かずや 藤澤　和也	日本放送協会　技術局計画部　チーフ・エンジニア
みやうち　りょういち 宮内　瞭一	(財)テレコムエンジニアリングセンター　専務理事
みやまえ　しんじ 宮前　真二	㈱タムラ製作所 ブロードコム事業部　システム開発センター A&W 統括部　課長代理
わき　みほこ 和木美穂子	ＧＮリサウンドジャパン㈱　プロダクトマネージャー

参考資料

参考資料　目次

参考資料１　聴覚障害児における補聴援助用ラジオマイクの活用について・・・・・４５
参考資料２　補聴援助用ラジオマイクの利用形態・・・・・・・・・・・・・・・・・４７
参考資料３　諸外国における補聴援助用ラジオマイク・・・・・・・・・・・・・・・５１
参考資料４　テレビ受像器のおける混信保護比に基づく検討・・・・・・・・・・・・５４
参考資料５　広帯域テレメーターの概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・５７
参考資料６　広帯域テレメーターへの影響・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・６０
参考資料７　テレビ受像器と広帯域テレメーターの影響（干渉）予測モデル・・・・６２
参考資料８　補聴援助用ラジオマイクに必要とされるチャンネル数に関する検討・・７０
参考資料９　補聴援助用ラジオマイクの技術基準対比表・・・・・・・・・・・・・・７４
参考資料10　デジタル方式 800MHz 帯特定ラ小電力ジオマイクの利用形態について・８２
参考資料11　ラジオマイクの諸外国の現状・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ８５
参考資料12　デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイクの回線設計・・・・・９３

参考資料１

聴覚障害児における補聴援助用ラジオマイクの活用について

１　乳幼児の聴覚学習において（新生児から就学前）

新生児聴覚スクリーニングが 2001 年に開始され、難聴の極早期の発見・補聴・教育が急速に進んでいる。しかし乳幼児は外耳が小さく補聴器の安定装用が難しい。そのためハウリングの発生が重大な問題となる。特に高度・重度難聴の場合は高い出力を必要とし、ハウリングの防止と話声の安定入力のために、無線で音声信号を伝送するラジオマイクが有用な場合が少なくない。また乳幼児は親や先生と大半の時間を過ごすため、必然的に送信機の装着者が固定され、本機器の使用に適する特質がある。近年の小型受信機の出現によって、高度・重度難聴乳幼児の補聴効果の改善、特に人工内耳埋め込み手術前の言語指導に補聴援助用ラジオマイクの高い有用性が国内外で報告されている。

２　初等から高等教育において

学校教育では学習、すなわち新しい知識を習得しこれを認識し思考をめぐらせることが目的となるため､十分で鮮明な音声入力が必要となる｡そして小学校から高等学校は集団教育が基本である。そのため、ろう学校はもちろんのこと、通常校での難聴児の統合教育においては、SN 比の改善と必要十分な音声入力の確保のため、ラジオマイクが必需となる。ただし、就学以降は外見も本人の重要な心理的課題である。この点において近年の耳かけ形などの本システムの小型化はおおいに歓迎された。しかし小型化ゆえの伝送の乱れが問題となっている。また補聴器に比し聴取閾値の改善が著しい人工内耳の場合でも、騒音下での語音聴取は依然として困難であり、ラジオマイクの併用を要する。ただし、人工内耳用の有効な機器は箱型であるため未使用例が多く、小型で有用な機器の早期導入が切望されている。

３　高等教育機関に学ぶ聴覚障害学生の現状

独立行政法人日本学生支援機構（JASSO）は、平成 17 年 5 月に全国の大学、短期大学、高等専門学校（以下「大学等」）の計 1,115 校を対象に、障害学生の修学支援に関する実態についてアン

ケート調査を実施した。調査の回収率は 90.5%だった。これによれば、現在高等教育機関に在籍する障害学生の数は、全学生数が 3,374,080 人なのに対して 5,444 人である。また、その 1,158 人が聴覚・言語障害学生であり、その中で講義受講に必要な支援をうけている学生は６割に満たず、必ずしも十分な支援体制が構築されていないのが現状である。聴覚障害学生に対する支援が講義などにおける情報保障が中心となるが、それには手話通訳、ノートテーキング、パソコン要約筆記、FM 補聴器による聴覚的な支援が挙げられる。聴覚障害学生といっても、出生時・幼少時から聴覚障害のある学生と大学に入学してから失聴した学生とでは、コミュニケーションの方法（手話、聴覚活用など）、情報保障におけるニーズ等において異なる。特に大学に入学してから失聴した場合においては健聴者の感覚があり、視覚的に表示するノートテーキング及びパソコン要約筆記よりも FM 補聴器などで確実に音声を聴き取れる環境を切望することがよくみられる。ここでは、最近相談を受けた 2 事例について考える（なお、個人情報が特定できないように文章を構成した）。

４　聴覚障害学生に対する補聴相談の事例

（１）事例 A

大学入学してから聴きづらさを訴え、耳鼻科を受診したところ、感音難聴と診断される。すぐに耳鼻科で耳あな式の補聴器を処方されたのであるが、本人の「補聴器を装用したら失聴する以前の状況に戻る」という期待と、実際の補聴器を通した聴こえに対するイメージ（周りの音声が入ってきてしまう）との格差が大きすぎたために、次第に講義などに積極的でなくなってきた。大学の担当教員は、ノートテーキングなどの支援を受けることを薦めたが、本人からはノートテーキングをみているとその間は自分のノートをとることができない、やはり聴こえていた時と同じように聴きながらノートをとりたいとの希望を出してきた。 そこで、FM 補聴器とフィッティングし試用してみたところ、「普段装用している補聴器のみと比べたら、難なく音声が聞き取れる。横で携帯電話が鳴ったりすると雑音が入り、音がきれたりする。しかし、無いよりはいい」とのことであった。

（２）事例 B

同じく大学に入学してから失聴した事例である。聴力の損失の程度は、高音域に集中し、男性教員よりも女性教員の音声の方が聴きやすいとのことであった。入学当初から大学側の理解もあり、赤外線補聴システムを用意してもらい、講義時にはそのシステムを利用している。しかし、赤外線発光器が一箇所であり、その前を担当教員が立つと赤外線を遮ることになり補聴状況は安定したものではない。本人はこれまでにも FM 補聴器を試用した経験があるが、補聴器との整合が今一つ良くなく、常時使用には至らなかった。しかし、赤外線よりも向きなどを気にせず使用できる FM 補聴器を希望しているとのことであった。

これらの事例は 2 例とも聴力レベルが比較的軽度の事例である。また、中途失聴であることから、視覚的に情報保障するというよりも聴覚的に情報保障を希望している。そのためには、状況が安定した補聴援助電波の設定が早急になされること望まれる。

参考資料２

補聴援助用ラジオマイクの利用形態

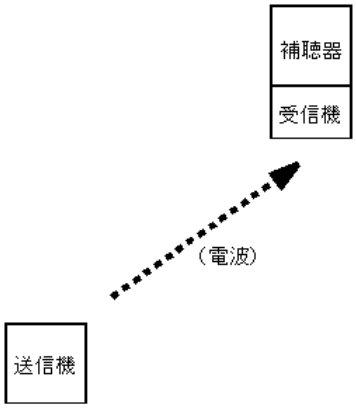


図 2-1:　利用形態①－単向通信

家庭、普通学校、小規模の会合等における個人的な利用形態である。送信機、受信機とも個人が所有している場合が多い。 テレビの音声等を送信機に接続して受聴することもできる。

乳幼児で補聴器の装着が安定しない場合には、ハウリングを低減する効果もある。受信機は補聴器に連結するもの（プラグイン式)、補聴器と一体のもの、補聴器と別に装着するものがある。169MHz帯が利用可能になった場合にはプラグイン式が主流になると思われる。

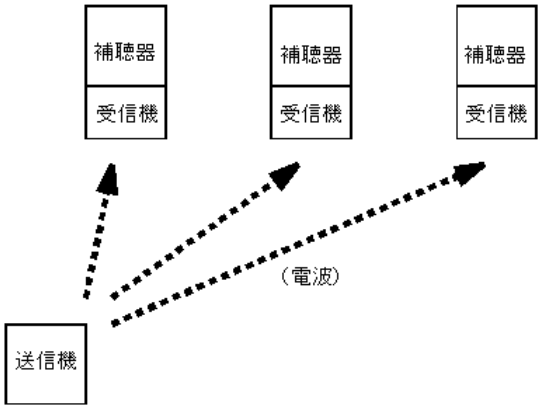


図 2-2:　利用形態②－同報通信

1 台の送信機から複数の受信機（補聴器）に一周波数で同時に送信する。 教師の音声を複数の生徒に伝える場合や、小規模な講演会場などで用いる。欧米のろう学校ではこの形態が一般的と思われる。

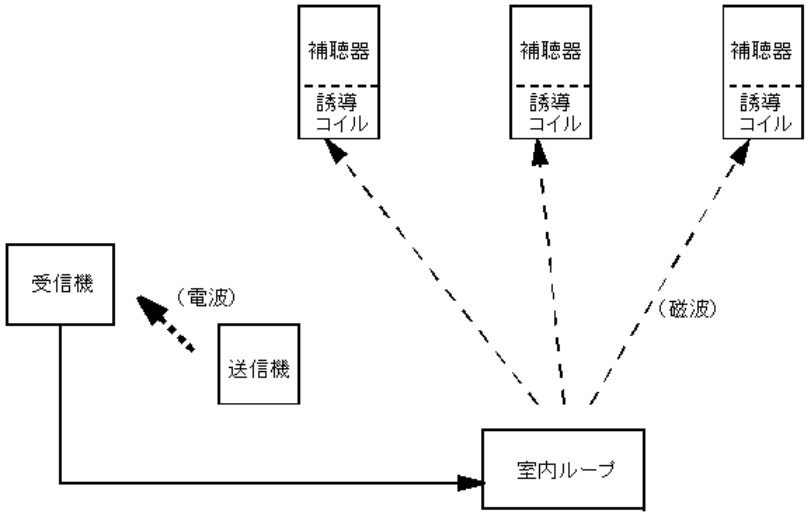


図 2-3:　利用形態③－室内ループ併用式

国内のろう学校で一般的な方式である。教師からの送信に補聴援助用ラジオマイク使用し、生徒への送信は室内ループの磁波による。室内ループは補聴器（誘導コイル付き）以外の受信機を要しないのが利点だが、ループ工事が必要になる。また、補聴器使用者の姿勢により音量が変化する。木造建築では階高により上下階の混信の可能性がある。

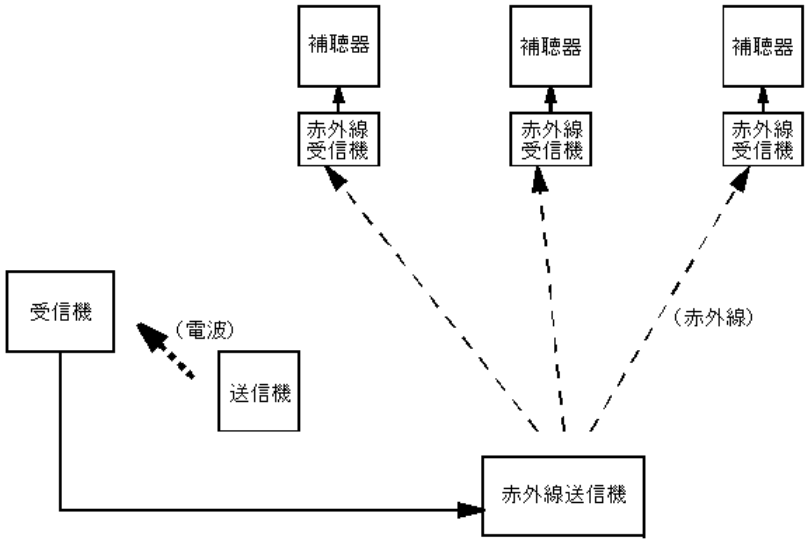


図 2-4:　利用形態④－赤外線併用式

国内のろう学校で用いられている。教師からの送信に補聴援助用ラジオマイク使用し、生徒への送信は赤外線を用いる。補聴器と別に受信機を別途装着する必要がある。赤外線は周波数の制限がないため広帯域の FM 変調を利用できる。光を遮断すれば混信しないが、屋外の使用には適さない。

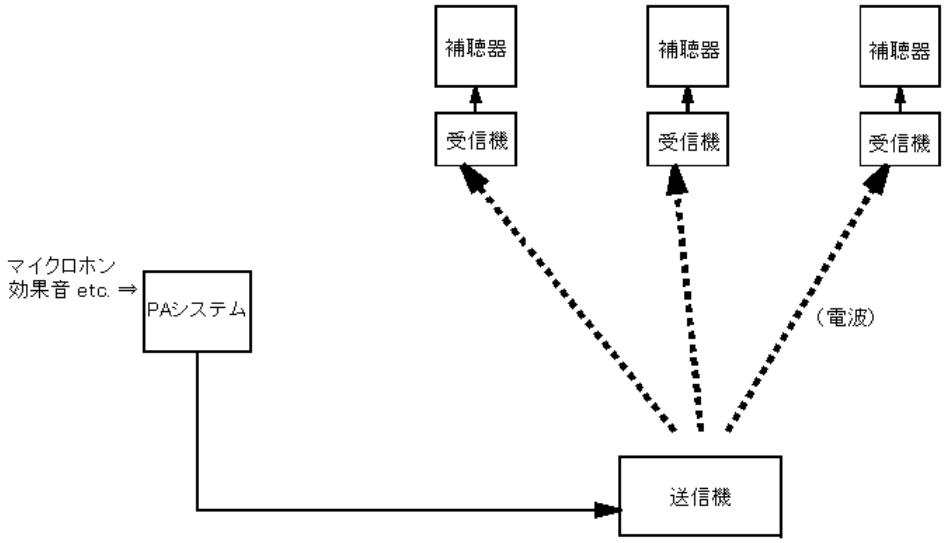


図 2-5:　利用形態⑤－音響システムの一部となる場合

大ホールなどで拡声放送を行う PA システム等の信号を補聴援助用ラジオマイクの送信機に接続し、会場内の受信機（補聴器）に送信する。会議場、役所、市民会館、教会、金融機関、病院待合エリア、駅構内放送などでも利用できる。この形態は室内ループや赤外線に比べて設置が容易であるため、公共用（メイン）周波数の明確化と周知が行われれば普及が進み補聴器使用者の利便性が向上すると思われる。

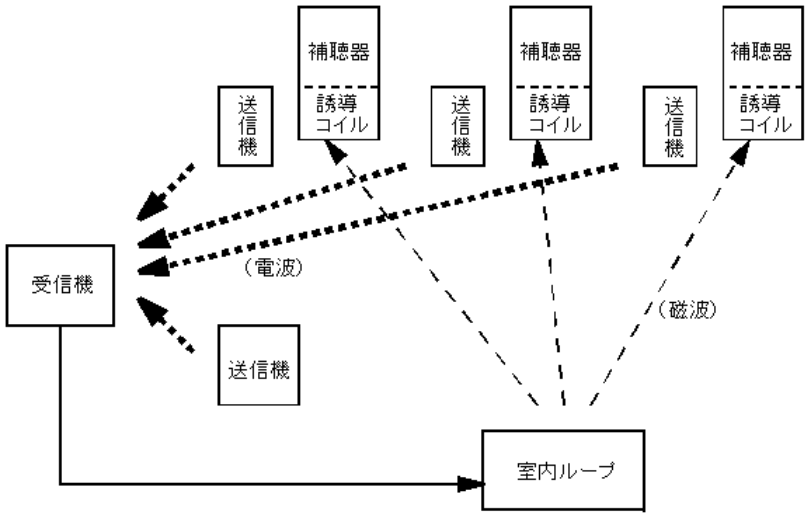


図 2-6:　利用形態⑥－相互通話方式 1（室内ループ併用式）

生徒（児童、幼児）相互のコミュニケーションの発達を目的に、国内ろう学校の幼稚部および低学年教室に多く設置されている。これを複数の教室で実施する場合には、多数の周波数チャンネルを用い適切なグループ配分を行う必要がある。

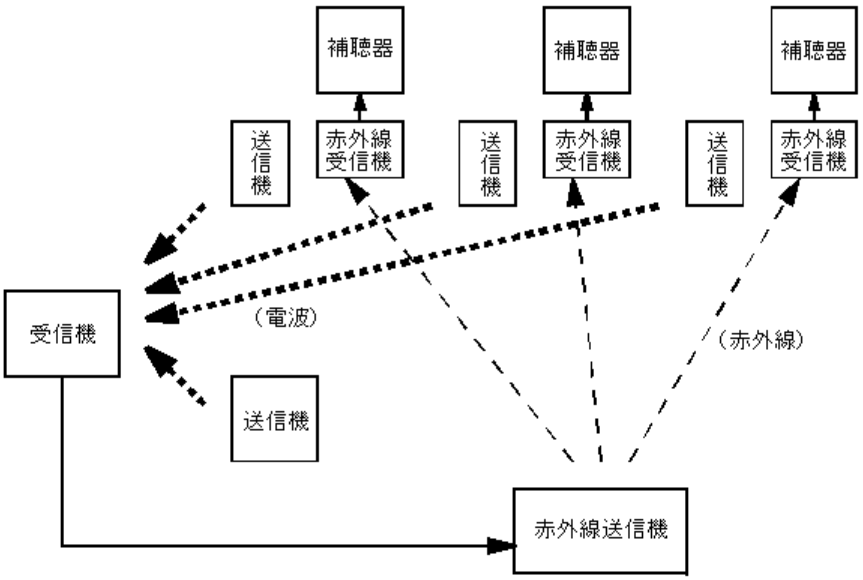


図 2-7:　利用形態⑦－相互通話方式 2（赤外線併用式）

現状では送信機と赤外線受信機を、補聴器とは別に装着する必要がある。

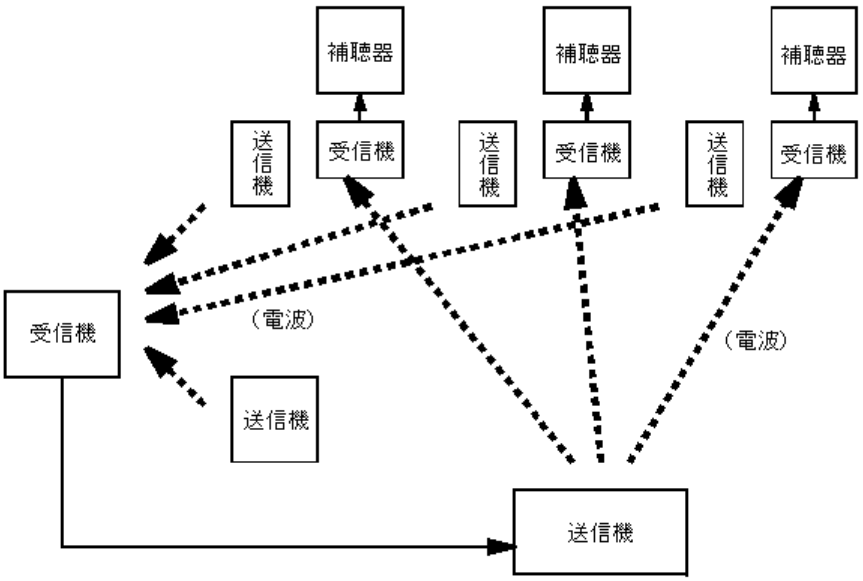


図 2-8:　利用形態⑧－相互通話方式 3（双方向電波式）

国内のろう学校で試みられた。 アプリンクとダウンリンクに電波を使用するので、多くの周波数チャンネルを要する。

参考資料３

諸外国における補聴援助用ラジオマイクの使用周波数

表 3-1:　世界における補聴援助電波の周波数

国名	以前の周波数	変更年	現在の周波数
アメリカ合衆国	72-75 MHz	1996	216 MHz
カナダ	72-75 MHz	1998	216 MHz
ブラジル	72-75 MHz	1997	173-176 MHz
アルゼンチン	72-75 MHz	1997	176-181 MHz
ドイツ	36-37 MHz	1997	173-175 MHz
フランス	36-37 MHz	―――	175 -178 MHz, 183-186 MHz
イギリス	――――――	1980 年代	173.350-175.050 MHz (50 kHz 間隔)
スウェーデン	42-43 MHz	2003	173-175 MHz, 181MHz, 187 MHz, 194 MHz, 207 MHz 169 MHz 追加
デンマーク	36-37 MHz	―――	19 MHz, 173-175 MHz, 180 MHz 187 MHz, 194 MHz, 201 MHz, 208 MHz, 215 MHz,
スイス	36-37 MHz	―――	173-176 MHz
オランダ	36-37 MHz	2003	207-208MHz 173-174 MHz 追加
ベルギー	36-37 MHz	―――	181-184 MHz
スペイン	36-37 MHz	2000	174-179 MHz
オーストリア	36-37　MHz	1990 年代	174 MHz
ロシア	――――――	―――	174-176 MHz
ポーランド	35-37 MHz 422 MHz	1999	174-223 MHz
トルコ	72-75 MHz	1998	173-176 MHz
ヨルダン	――――――	―――	173-176 MHz
エジプト	――――――	―――	173-176 MHz
南アフリカ	――――――	1996	173-176 MHz
オーストラリア	――――――	―――	173 MHz
ニュージーランド	72-75 MHz	1999	173-174 MHz
香港	36-37 MHz	―――	174 MHz
台湾	――――――	―――	176-181 MHz, 216 MHz
韓国	――――――	2002	173 MHz, 217-220 MHz
シンガポール	――――――	―――	181-184 MHz
インド	――――――	―――	173-176 MHz
日本	――――――	1997	75 MHz

表 3-2:　欧州主要国における現在の補聴援助電波の周波数

国名	中心周波数（MHz）				その他
ドイツ	173.990*	174.075	174.175	174.225	*のみ全国統一、その他は地域の周波数管理者の許可による。
	174.275	174.325	174.375	174.425	
	174.475	174.525	174.600	174.650	
	174.700	174.775	175.000		
フランス	175.500	175.600	175.700	175.800	frequency bands on the lower end of the table are applicable. However due to practical reasons only the explicitely noted channels are used widely. For schools there is always a special solution needed.
	175.900	176.000	183.925	183.975	
	184.125	184.175	184.51		
	175-178.5 MHz and 183.5-186.5 MHz				
イギリス	173.350	173.400	173.450	173.500	35 チャンネル not all channels can be used at the same site due to interference problems. UK sees assistive listening devices as very similar to radio microphones and allows them to operate in the same spectrum. Within the UK, the spectrum at 173.325-175.075 MHz is used for assistive listening. we do not have a specific channel plan but require channel bandwidths to be a maximum of 50 kHz. Power levels up to 2 mW
	173.550	173.600	173.650	173.700	
	173.750	173.800	173.850	173.900	
	173.950	174.000	174.050	174.100	
	174.150	174.200	174.250	174.300	
	174.350	174.400	174.450	174.500	
	174.550	174.600	174.650	174.700	
	174.750	174.800	174.850	174.900	
	174.950	175.000	175.050		
オーストリア	174.030	174.070	174.120	174.185	20(**6 波を含む。） **オーストリア全域ではなく、特別な許可により利用できる 36.640 MHz/ 37.860 MHz
	174.270	174.360	174.415	174.640	
	174.680	174.720	174.800	174.880	
	174.920	175.000			
	173.400**	174.770**	174.120**	173.990*	

	173.9625**	173.8125**			36.720 MHz/ 37.940 MHz 36.760 MHz/ 37.980 MHz も補聴援助用として利用
ベルギー	181.210	181.430	181.660	181.825	B22and 36 – 39 MHz still in use but not very much utilized. You can use any frequency in the band 181,4 – 184,2MHz Freq 181,210MHz isn't allowed Freq 184,180 MHz may only be used by narrow band application.
	181.875	181.900	182.050	182.200	
	182.350	182.500	182.650	182.800	
	184.180				
スウェーデン	174.175	174.275	174.325	174.415	All parts of band III (174-224 MHz) may be used under individual license based upon the band III usage for TV. It is to be noted that the ALD is a secondary usage that must not create interference to the main usage TV/Broadcasting. The band 40-43 MHz could still be used and is license exempted.
	174.600	175.000	175.700	175.850	
	175.950	176.000	181.200	187.450	
	194.450	207.850			
	169 MHz を試験的に利用				

参考資料４

テレビ受像機に対する混信保護比に基づく検討

１　テレビ放送波の強度

電波監理委員会告示第 1923 号(昭和 27 年 6 月 18 日　最終改正昭和 52 年 7 月 18 日第 506 号)『テレビジョン放送を行なう放送局の放送区域』によれば、90Mc から 222Mc（MHｚ）を使用する放送局の電界強度値は、弱い電界強度が許容される低雑音区域においても 0.5 ミリボルト／メートル(54dBμV/m に相当）以上とすることとなっている。

２　テレビ受信機の混信保護比

平成 9 年度電気通信技術審議会答申『陸上移動業務と放送業務の周波数共用問題』において、UHF 帯テレビ放送と、PDC 方式携帯電話及びデジタル画像伝送システムとの周波数共用についての検討結果が取りまとめられている。VHF と UHF 帯のテレビ放送波の形式は同じなので、この結果を参照とし、更に、ここで検討されている陸上移動業務のうち PDC 方式携帯電話は占有周波数帯域が 32kHz であり、補助援助用ラジオマイクに酷似であることから参考とした。

同答申において、テレビ放送に対する隣接チャンネルの混信保護比として、図 4-2 に示す国際電気通信連合の勧告 ITU-R IS.851 の図 4a 及び図 4b の最も厳しい値を適用し、20dB を掲げている。このうち下側隣接チャンネルについては同図 4a に示されているが、NTSC など 525 走査線の場合、周波数差が-1.25MHz のとき、補助援助用ラジオマイクの使用周波数の上限が 170.0MHz の場合では、混信保護比は 20dB となる。周波数差が－1.75MHz のとき、補聴援助用ラジオマイク上限が 169.5MHz の場合、7dB になる。

また、同答申では PDC からの干渉に対する、映像の専門家 15 名による影響の検知限を測定し、それに対応する DU 比を報告している。妨害波である PDC は、QPSK によるデジタル波ではあるが、ラジオマイクの FM 波と類似した狭帯域波であり、ほぼ同様の電気的特性を示すと考えられる。PDC の占有周波数帯域はテレビ放送波に比べて狭く、ここでいう DU 比は混信保護比に相当する。これによれば、PDC からテレビジョンの検知限 DU 比（映像+音声）は、周波数差が－1.5MHz から－3.25MHz において、いずれも約 10dB であった。 これは、テレビ放送チャンネルの下端より 0.25MHz 程離れてラジオマイクのチャンネルを配置する場合であり、同様な占有帯域幅を有する補聴援助用ラジオマイクがテレビ受信機に対する影響に関しては 10dB 以上の混信保護比を考慮して調整距離を検討するのが妥当と考えられる。

３　補聴援助用ラジオマイクの電界強度

世界的に普及している 169MHz 帯を含む周波数帯域の補聴援助用ラジオマイクの送信機について、有限無責任中間法人日本補聴器工業会が実験局免許を申請して電界強度を複数回測定している。

周波数については、補聴器目的の欧州共通周波数が 169.4～169.8 MHz 内であったため、その周波数について実験を実施した。その結果は図 4-1 のとおりである。

補聴援助用ラジオマイクは、これまで垂直偏波であるが、水平偏波についても財団法人テレコムエンジニアセンター松戸試験所において測定を行っている。これによれば、電界強度と送受信距離の関係は次の式により近似できる。

$$E = -28.1054 \cdot \log_{10} D + 100.6942 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{（式 4-1）}$$

E: 電界強度[dBμV/m] D: 距離[m] ）

これの逆関数は次のようになる。

$$D = 10^{-\frac{E-100.6942}{28.1054}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{（式 4-2）}$$

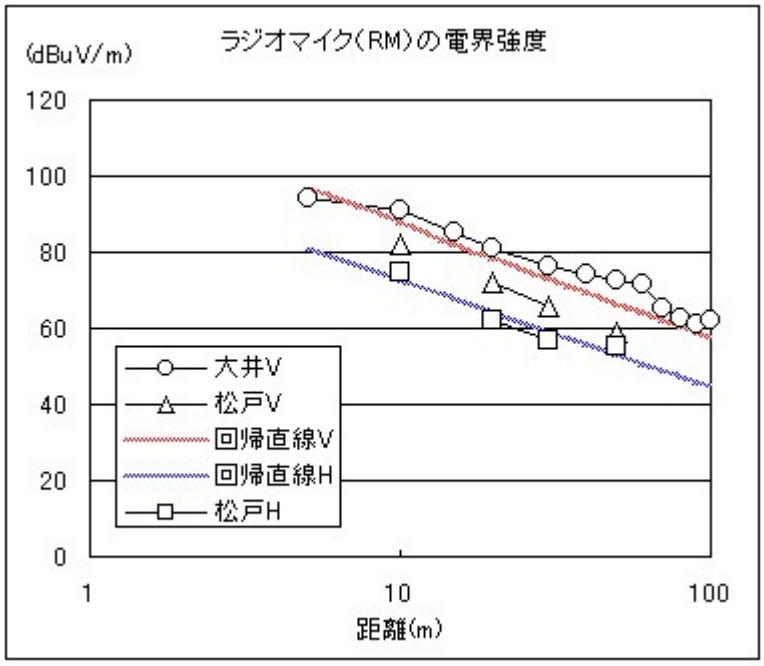


図 4-1: 補聴援助用ラジオマイクの電界強度の距離特性

4　調整距離

電波監理委員会告示第 1923 号（昭和 27 年 6 月 最終改正昭和 52 年 7 月）において、テレビ放送波の電界強度が低雑音区域においても 54dBμV/m 以上と指定されていることから、テレビの受信機に影響を与えないための補聴援助用ラジオマイクの電界強度の上限は、10dB の混信保護比を算入して

54－10 = 44dBμV/m

になる。

なお、補聴援助用ラジオマイクはほとんどの場合に屋内で使用されることから、テレビ放送を屋外アンテナで受信している場合には建築物の補聴援助用ラジオマイクの送信波が減衰すると想定される。

75MHz 帯補聴援助用ラジオマイクでは、建物等の遮蔽による減衰を 30dB 見込んでおり、また、電気通信技術審議会答申「電気通信業務用無線呼出業務の高機能方無線設備の技術的条件」において、280MHz 帯における同様な減衰は、25dB 見込んであり、169MHz 帯で約 25dB 減衰するものと推定される。

これを含めて E =69dB として式 2 を適用すると、D（調整距離）=13.4m になる。

屋外アンテナは通常約 10m の高さを有するので、隣家の 2 階でラジオマイクを使用するなど非常に限定された状況でしか影響が発生しない。

また、この算出に用いた混信保護比は、同答申の実験結果により映像の専門家15名が検知しうる

限界値を用いているので、それによって視聴が困難になる程のものではないと考えられる。

都市部及びその近郊の高雑音／中雑音区域においては、テレビ放送波が74dBμV/m以上であるため、調整距離は2.6mになり更に影響度は少なくなる。この内容は実証実験の結果と一致している。

テレビ放送の受信に室内アンテナを用いる場合にも、テレビ放送波とラジオマイクの送信波が受像機のある建築物により同時に遮蔽減衰するため影響の程度は同様と考えられる。室内アンテナと同じ室内で補聴援助用ラジオマイクを使用した場合には建築物の影響が作用しないので影響が大きくなるが、その場合にはテレビ受信機の保有者とラジオマイクの運用当事者が同じと考えられるので了解が得られると考えられる。

以上の検討によりテレビ放送波との共用が可能と考えられるが、補助援助用ラジオマイクの取扱説明書等においてはテレビ放送受信との関係について記載することが望ましい。

FIGURE 4a

Protection ratios for the lower adjacent channel, NTSC/system M

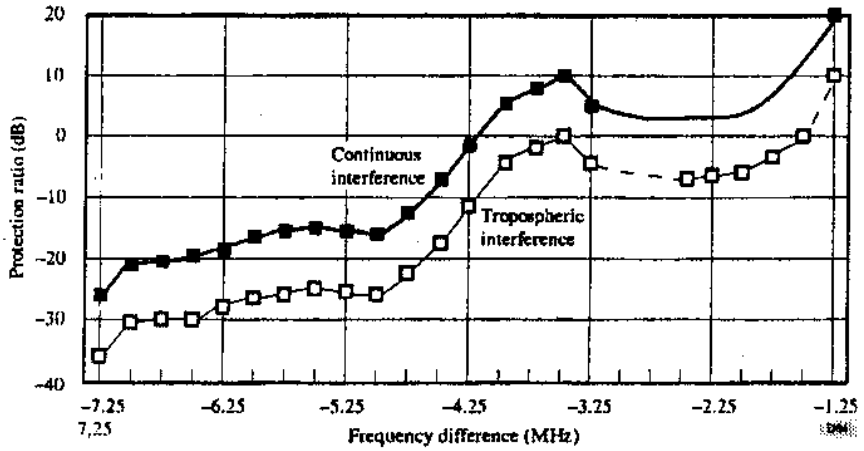


Figure 4a [D04] = 11cm

FIGURE 4b

Protection ratios for the upper adjacent channel, NTSC/system M

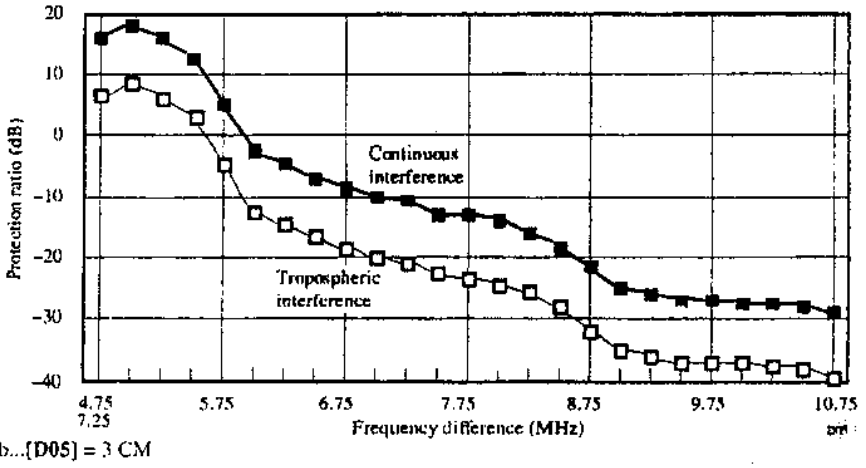


FIGURE 4b...[D05] = 3 CM

図 4-2　国際電気通信連合の勧告 ITU-R IS.851 の図 4a 及び図 4b

参考資料５

広帯域テレメーターの概要

１　概要

広帯域テレメーターは、自動車や建設機械等の移動体の諸特性（例えばボディやフレームに加わる応力、エンジン温度、エンジン回転数等）の計測に使用されている。 移動体の諸特性の計測では、移動体各部に歪ゲージ等のセンサを複数取付けて各部の計測データを同時に伝送するため、FM－FM 方式や PCM 方式等の多重伝送方式が用いられている。 そのため、占有周波数帯幅がタクシー無線等の一般の無線局に比べて非常に広い帯域が必要となり、最大 400kHz の無線局が免許されている。

無線局の種別は陸上移動局として以下のような型式で免許されている。

表 5 広帯域テレメーターの概要

	周波数	電波の型式	占有周波数帯幅 (kHz)	空中線電力 (W)
計測用テレメーター	169.25 MHz 169.65 MHz	F7D F8D	400	1
騒音テレメーター	169.09MHz から 169.81MHz までの 80kHz 間隔の周波数 10 波から選択	F1D F3E F3D	30	0.03

この周波数を使用する無線テレメーター装置は、昭和 45 年頃より工業計測用テレメーターとして製造・販売されている。

従来、自動車等の移動体の諸特性を計測するためには、歪ゲージや温度センサ等の各種センサの出力を計測用ケーブルでレコーダ等に接続、又は、車両に搭載されたデータレコーダで記録していたが、安全面やリアルタイムの計測ができないなどの問題から、無線テレメーターが使われた。

当初は計測値（アナログ値）を周波数分割多重方式（FM－FM 方式）で伝送していた。伝送方式は当時、ロケットの制御や計測に使われた IRIG 方式が主に用いられていた。占有周波数帯幅の制限と FM－FM 方式のため、多チャネル数化することによりクロストークが増加して SN 比が劣化するため、8ch 程度の伝送が中心であった。

その後デジタル技術の発達に伴い、昭和 60 年頃に時分割多重方式（PCM 方式）のテレメーターが開発された。変調方式は、走行状態によるフェージングの影響を軽減し、又、伝送帯域の効率化のため GSMK 方式が採用された。占有周波数帯幅 400kHz で伝送速度 396bps(1Hz／1bit)、周波数応答 500Hz のデータを 16ch 伝送することが可能である。

騒音計測用テレメーターは 10 年ほど前から販売されている。これには自動車の騒音規制が厳しくなることから、自動車メーカから騒音を測定するためのテレメーター装置の要求があった。騒音の計測は周波数範囲が 20Hz～10kHz と広範囲のため、複数箇所の騒音を同時に計測する場合には PCM 方式では広帯域になりすぎる。 そのため、狭帯域の搬送波を周波数変調して複数の波を同時に伝送する方式が用いられている。169MHz～170MHz 間に 10 波が割当てられ、騒音 10 kHz とパルス 1 kHz（速度計測用）の計測が可能になっている。

２　テレメーターの使用状況について

広帯域テレメーターは送信周波数がテレビの4chと近接していることら使用条件と移動範囲に制限がある。使用条件は「テレビジョン放送に妨害を与えない場合に限る」とされているが、これまで特に問題は発生していない。

移動範囲については「一定の構内又はこれに準ずる区域及び日本周辺海域」とされ、厳しく制限されている。総務省が免許を与える場合には、各免許人が一定の構内を限定して移動範囲として指定している。但し、一部の免許人で「全国」や「県」の単位で免許になったものがある。

主な使用者は、自動車、オートバイ、建設機械等の製造メーカ等使用している。

通常、この様なテレメーターは、研究所の様な公的なテストコース、建設機械ならば自社の試験場等の特定の場所で、特定の期間に使用している移動範囲が「全国」や「県」で免許となっていても特定の区域以外で計測することは殆どなく、又相互の混信の恐れも殆どないと考えられる。

３　PCM テレメーター

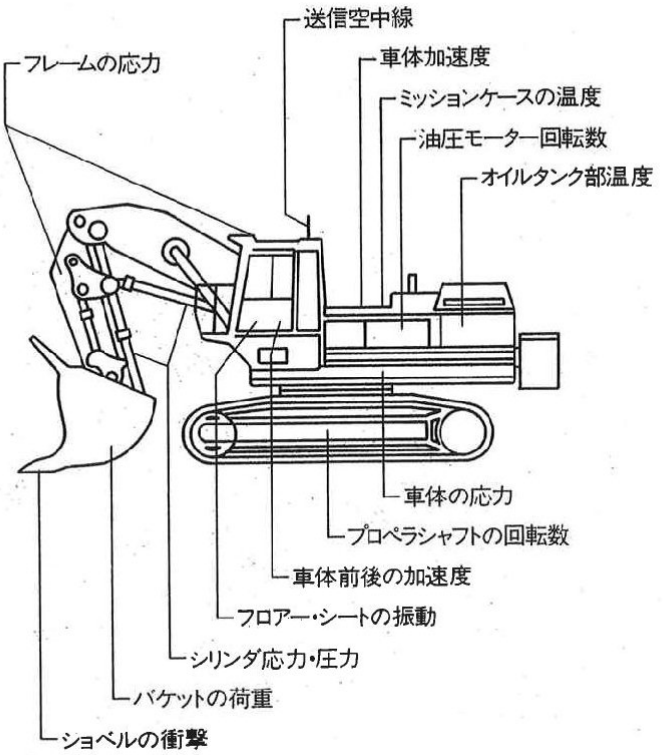
代表例として PCM テレメーターの概略仕様を以下に記載する。

（１）仕様

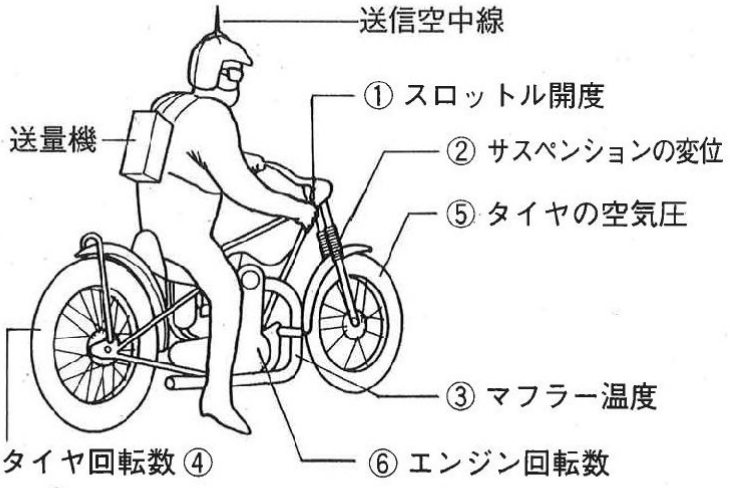
①	送信周波数	165.25MHz 又は 165.65MHz
②	電波の型式	F7D
③	空中線電力	1W
④	変調方式	PCM-GMSK 方式
⑤	占有周波数帯幅	400kHz 以下
⑥	伝送速度	396kHz （標準仕様）
⑦	伝送チャネル数	16ch （標準仕様）

（２）利用形態（例）

建設，農業，土木機械の性能測定例



オートバイの性能測定例



（資料提供：明星電気株式会社）

参考資料６

広帯域テレメーターへの影響

広帯域テレメーターの受信特性は、DU 比が 20dB 以上であれば、ビット誤り率が 10^{-8} 以下になり使用上の支障がないと考えられている。このとき、量子化が 12 ビットとするとサンプル誤り率は、

1.2×10^{-7}　　伝送帯域＝500Hz（f_S＝2000 Hz）

であるため、約 230 秒に 1 回程度の確率で 16 伝送チャンネルのいずれかにサンプル誤りが発生する計算になる。テレメーターの送受信距離としては 1000m 程度までが想定されているので、このときの補聴援助ラジオマイクからの影響について検討した。1000m の送受信距離で電界強度を安定的に測定するのは困難なので、計算により距離 D(m)における電界強度(dBμV/m)、受信電力(dBm)、自由空間基本伝搬損失を推定した。

距離 D（m）のときの電界強度は下式で求められる。

$$E=\frac{\sqrt{30\cdot Pt\cdot Gt}}{D}\quad [V/m]$$

また、受信電力は:

$$P=(E\cdot\lambda)^2\cdot\frac{Gr}{480}\quad [W]$$

自由空間伝搬損失は:

$$L=20\cdot LOG_{10}\frac{4\pi D}{\lambda}\quad [dB]$$

ただし:

E ： 電界強度 (V/m)
Gt ： 送信アンテナ絶対利得（倍）
Pt ： 送信電力 (W)
D ： 通信距離 (m)
Gr ： 受信アンテナ絶対利得（倍）
P ： 受信電力 (W)
λ ： 波長 (m)
L ： 伝搬損失 (dB)

電界強度と受信電力を図 6-1 及び図 6-2 に示す。これによれば、広帯域テレメーターの電界強度は 1000m の距離で 75(dBμV/m)、受信電力が-47(dBm)になる。アンテナの絶対利得は 0dB とした。テレメーターの DU 比として 20dB 確保する場合には、テレメーター受信機の地点における補聴援助用ラジオマイクの電界強度が 55(dBμV/m)以下である必要があるので、そのための補聴援助用ラジオマイクの距離離を算出する。

ラジオマイクの電界強度の距離特性は図 7-1 に実測結果を示している。

これの垂直偏波の近似式は、

$$E = -30.2181 \cdot \log_{10} D + 117.8902$$

E:電界強度[dBμV/m] D:距離[m]

これの逆関数は:

$$D = 10^{-\frac{E-117.8902}{30.2181}}$$

よって、電界強度が 55(dBμV/m)になる距離は 120m である。これについて、広帯域テレメーターは、利用形態から試験施設などに補聴援助用ラジオマイクの使用者を含む一般の人が立ち入る場所の近傍で使用されることがほとんどないため、共用が可能と考えられる。

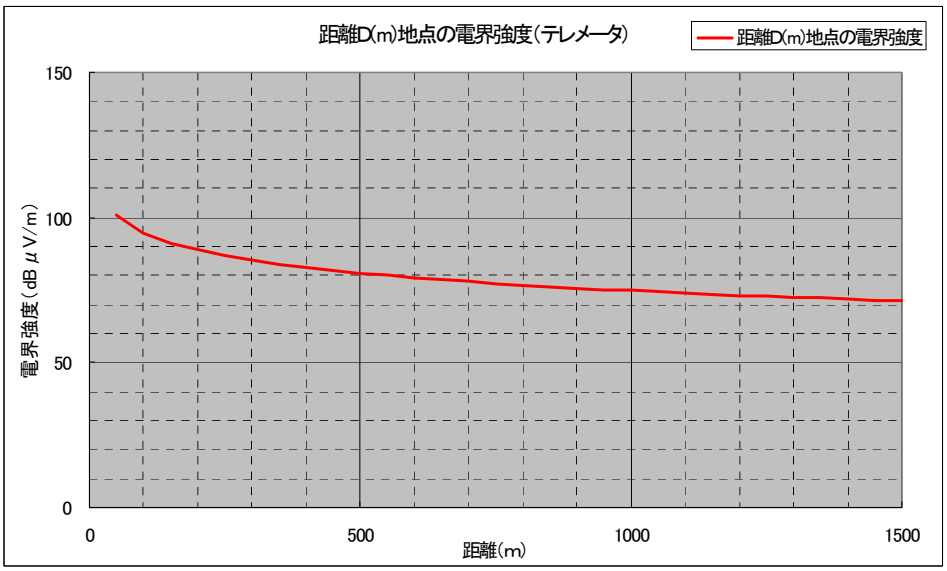


図6-1: 広帯域テレメーターの送受信距離に対する電界強度の計算値(自由空間基本伝搬損失)

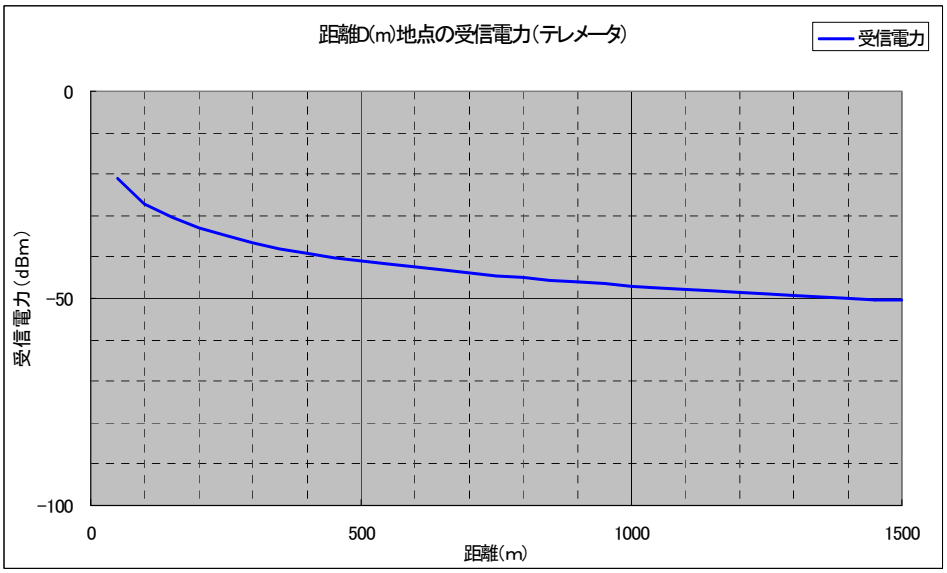


図6-2: 広帯域テレメーターの送受信距離に対する受信電力の計算値(自由空間基本伝搬損失)

参考資料７

テレビ放送波と広帯域テレメーターの影響（干渉）の予測モデル

１　はじめに

テレビ放送波（TV）と広帯域テレメーター（TLM）から補聴援助用ラジオマイク（RM）への干渉の程度その他について、供試サンプル機 3 台の実験局免許を申請の上、合計 5 回の実験を実施した。（第 1 回 2004 年 6 月 4 日 TELEC テレコムエンジニアリングセンター松戸試験所、 第 2 回 2004 年 8 月 19 日 JR 鉄道技術総合研究所、 第 3 回 2004 年 10 月 8 日 東京タワー近隣 3 か所、 第 4 回 2004 年 12 月 2 日 大井埠頭中央海浜公園、 第 5 回 2005 年 4 月 5 日 葛飾ろう学校）

この結果をもとに干渉の予測モデルを算出し、受信音の信号対雑音比（SN 比）と希望波対妨害波信号比（DU 比）の関係を推定した。 また、運用上の調整距離も算出した。

２　補聴援助用ラジオマイク（RM）の電界強度

図 7-1 に補聴援助用ラジオマイク(RM)の送信機からの距離と電界強度関係の実験データを示す。これによれば、対数でプロットした距離に対して電界強度のデシベル値がほぼ直線的に減衰していると見られるため、図中の ——— で示す回帰直線を求めた。 回帰式（予測式）は、

$$E = -30.2181 \cdot \log_{10} D + 117.8902 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{（式 7-1）}$$

である（Eは電界強度[dBμV/m]、Dは距離[m]）。

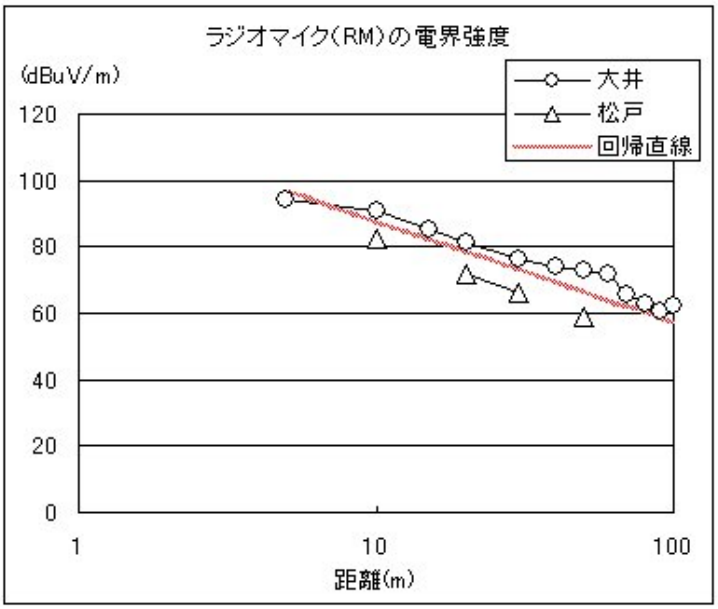


図 7-1: 169MHz 帯補聴援助用ラジオマイク(供試サンプル機)の送受信距離に対する電界強度。 —△—は TELEC 松戸試験所における第 1 回実験の垂直偏波のデータ。—〇—は大井埠頭中央海浜公園での第 4 回実験(垂直偏波)。 ——— は△と〇に対する回帰直線。

3　テレビ放送波（TV）の電界強度

図 7-2 にテレビ放送波（TV）の放送　タワーからの距離と電界強度関係の実験データを示す。 このうち、垂直偏波に対する回帰式（予測式）は、

$$E = -12.8858 \cdot \log_{10} D + 131.4856 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots$$ **（式 7-2）**

である（Eは電界強度[dBμV/m]、Dは距離[m]）。

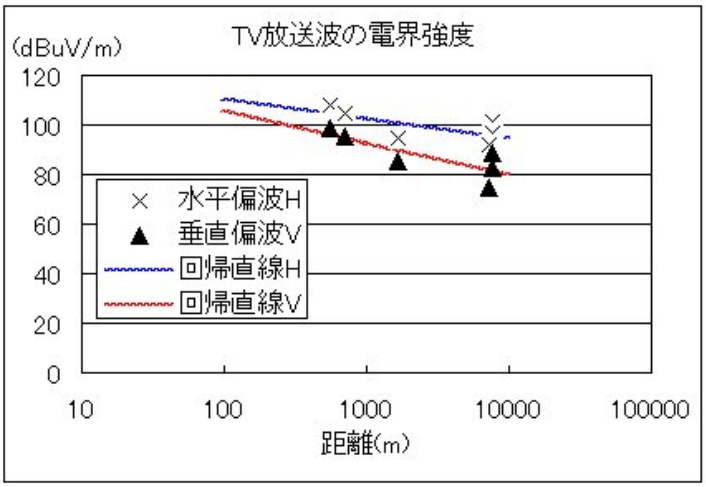


図 7-2: テレビ放送波の放送タワーからの距離に対する電界強度。 水平偏波成分 —×— と垂直偏波成分 —▲— を同時に示す。 ——— と ——— はそれぞれの回帰直線。 補聴援助用ラジオマイクは垂直偏波を意図している。

4　広帯域テレメーター（TLM）の電界強度

図 7-3 に広帯域テレメーター（以下、TLM という）の送受信距離と電界強度関係の実験データを示す。この回帰式（予測式）は:

$$E = -28.104 \cdot \log_{10} D + 129.9355 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots$$ **（式 7-3）**

である。

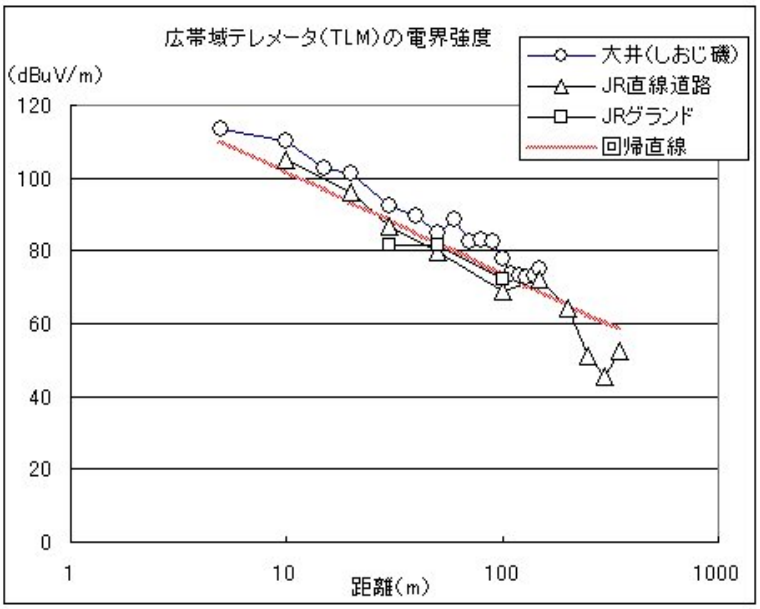


図 7-3: 広帯域テレメーターの距離に対する電界強度。 —△— 及び —□—は JR 総研における第 2 回実験のデータ。 —○— は大井埠頭中央海浜公園での第 4 回実験。 いずれも垂直偏波。 ——— は全データに対する回帰直線。

５　テレビ放送波（TV）と広帯域テレメーター（TLM）の周波数スペクトル

図 7-4 と 7-5 にテレビ放送波（4 チャンネル）と広帯域テレメーターの送信波の周波数スペクトルを示す。

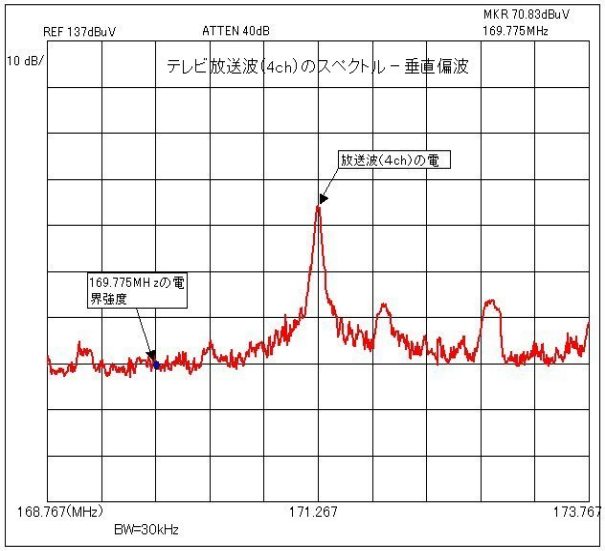


図 7-4: テレビ放送波(4 チャンネル)の周波数スペクトル。 分析バンド幅は補聴援助用ラジオマイクの占有周波数帯域幅に近い 30 kHz。

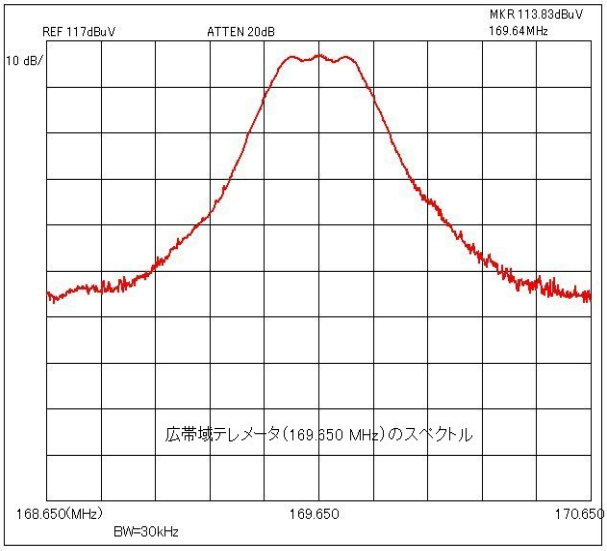


図 7-5: 広帯域テレメーターの周波数スペクトル。

６　RM 各チャンネル内の干渉波の相対レベル

図 7-4 と 7-5 に示したテレビ放送波（4 チャンネル）の周波数スペクトルと、補聴援助用ラジオマイク（RM）の導入を想定している周波数との差から、補聴援助用ラジオマイクの各チャンネル内の相対レベルを求めることができる。

これを図 7-6 に示す。

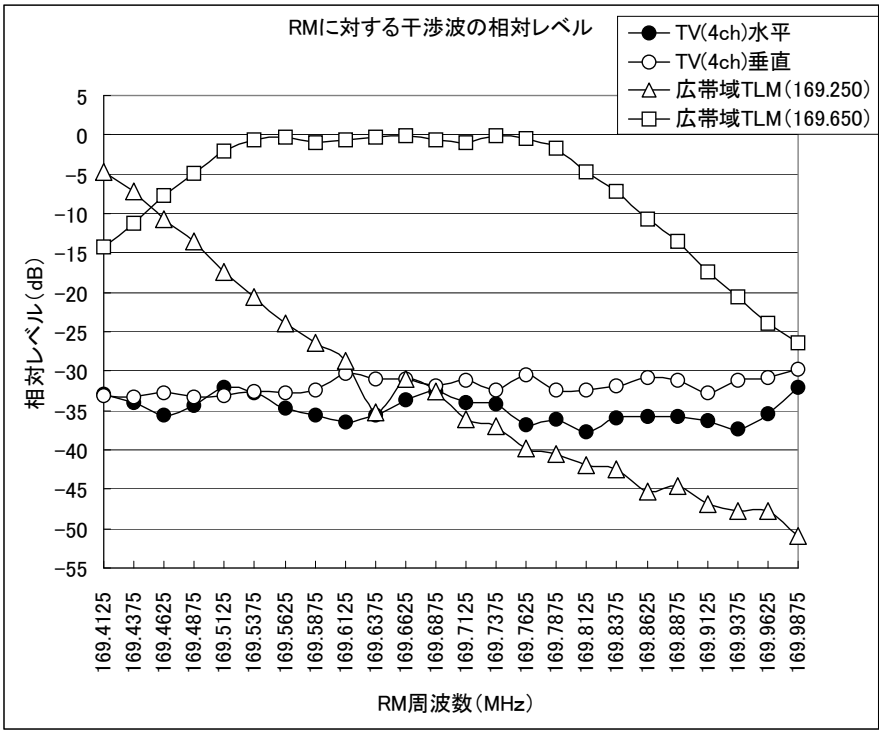


図 7-6: 補聴援助用ラジオマイクの導入を想定している各周波数チャンネル内の干渉波の相対レベル

７　受信音の信号対雑音比（SN 比）の測定

テレビ放送塔の近傍、及び広帯域テレメーターの送信下で補聴援助用ラジオマイクの受信音の信号対雑音比（SN 比）を測定した。信号対雑音比は基準の周波数偏移（Δf＝3 kHz）で FM 変調を行った場合と行わない場合との、受信出力音圧レベルの差により測定した。

この測定の模式図を図 7-7 に示す。

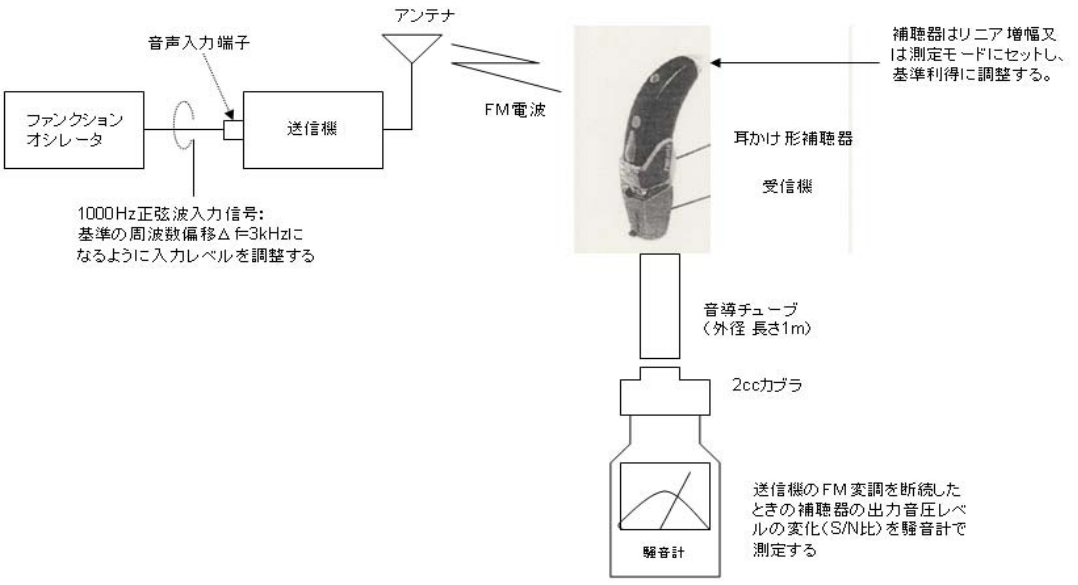


図 7-7:　受信音の信号対雑音比（SN 比）の測定方法。 供試サンプル機（ラジオマイク）の受信機は補聴器に連結する形状である。 送信機より基準の周波数偏移（3kHz）に相当する変調を断続したときの、補聴器の出力音圧レベルの変化を騒音計で測定し SN 比とした。

測定の結果から、受信音の信号対雑音比（SN 比）と、それに対する希望波対妨害波信号比（DU 比）の関係をまとめて表 7-1 に示す。右端の欄の DU 比の計算値について、D（希望波）はラジオマイクの送受信距離から式 7-1 により電界強度を推定した。U（妨害波）は、テレビ放送塔又は広帯域テレメーター送信機からの距離により式 7-2～7-3 を用いて電界強度を推定し、さらに図 7-6 の相対レベルを加算してラジオマイクの各チャンネル内の妨害波レベルを推定した。

表 7-1:　受信音の信号対雑音比（SN 比）の測定結果

実験場所	ラジオマイク（希望波）		妨害波		受信音の SN 比 (dB)	DU 比計算値 (dB)
	周波数 (MHz)	送受信距離 (m)	種類	距離 (m)		
飯倉分館屋上	169.775	10	TV放送波（4ch）	559	24	20.3
〃	169.775	5	〃	〃	41	29.4
〃	169.425	10	〃	〃	35	21.5
〃	169.425	5	〃	〃	44	30.6
愛宕神社	169.775	15	〃	710	30	18.2
〃	169.775	10	〃	〃	38	23.5
〃	169.775	5	〃	〃	46	32.6
〃	169.575	15	〃	〃	29	20.2
〃	169.575	10	〃	〃	36	25.5
〃	169.575	5	〃	〃	43	34.6
〃	169.425	15	〃	〃	29	19.3
〃	169.425	10	〃	〃	37	24.7
〃	169.425	5	〃	〃	41	33.8
〃	169.425	3	〃	〃	46	40.5
浜離宮	169.775	20	〃	1,646	32	24.4
〃	169.775	15	〃	〃	36	28.2
〃	169.775	10	〃	〃	39	33.5
〃	169.775	5	〃	〃	43	42.6
〃	169.575	20	〃	〃	31	26.4
〃	169.575	15	〃	〃	33	30.2
〃	169.575	10	〃	〃	41	35.5
〃	169.575	5	〃	〃	46	44.6
〃	169.425	20	〃	〃	26	25.6
〃	169.425	15	〃	〃	36	29.3
〃	169.425	10	〃	〃	41	34.7
〃	169.425	5	〃	〃	46	43.8
鉄道総研	169.425	10	テレメーター 169.650 MHz	50	32	18.3
〃	169.425	10	〃	100	38.5	26.8
〃	169.450	10	〃	100	35	23.3

〃	169.475	10	〃	100	36	20.3
〃	169.450	10	〃	150	39	28.2
〃	169.475	10	〃	150	32	25.2
〃	169.475	10	テレメーター 169.250 MHz	50	28.5	17.3
〃	169.500	10	〃	50	24	21.0
大井埠頭公園	169.650	1	テレメーター 169.650 MHz	100	40	44.2
〃	169.650	3	〃	100	32	29.7
〃	169.650	5	〃	100	21	23.0
〃	169.550	5	〃	100	38	23.4
〃	169.550	5	〃	150	39	28.3
〃	169.550	10	〃	100	28	14.3
〃	169.650	10	〃	150	39	18.9
〃	169.550	10	〃	150	37	19.2

この結果から、受信音の信号対雑音比（SN 比）として 25dB 以上を得るためには、約 10dB の希望波対妨害波信号比（DU 比）が必要になる。

８　受信音の信号対雑音比（SN 比）と希望波対妨害波信号比（DU 比）の関係

図 7-8 に表 7-1 のデータの散布図を示す。 また、これに対する回帰式（予測式）は、

$$SN = 0.5937 \cdot DU + 19.58341 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{（式 7-4）}$$

である（*SN 比*は受信音の信号対雑音比[dB]、*DU 比*は希望波対妨害波信号比[dB]）。

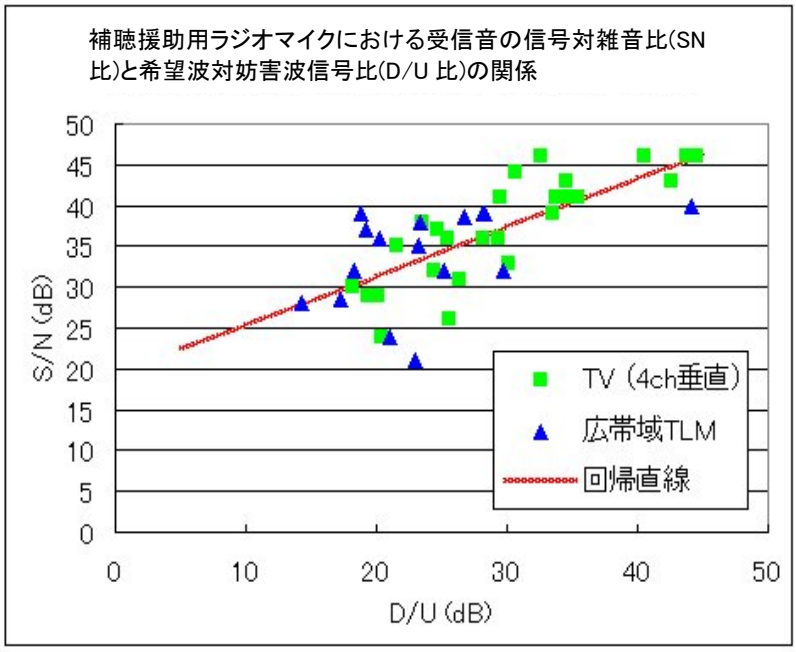


図 7-8: 測定結果に基づく受信音の信号対雑音比（SN 比）と、それに対する希望波対妨害波信号比（DU 比）の関係

９　調整距離

以上の結果に基づき、所要 SN 比＝25dB とした場合の、テレビ放送波及び広帯域テレメーターの調整距離を表 7-2 に示す。

補聴援助用ラジオマイクの送受信距離は通常 3～20m であるが、それよりやや長い（希望波が弱い）30m とした場合の調整距離は、テレビ放送波については最大で 760m であった。テレメーターについては周波数チャンネルにより最大で 220m であった。

表 7-2: TLM 及び TV の調整（干渉）距離(*m*): 所要 SN 比=25*dB* の場合

干渉源→	TLM 169.250MHz				TLM 169.650MHz				TV 放送波 4ch			
RM 距離(m)→	5m	10m	20m	30m	5m	10m	20m	30m	5m	10m	20m	30m
RM 周波数 (MHz) ↓												
169.4125	21.8m	45.9	96.8	149.7	10.0	21.1	44.5	68.7	6.7	34.2	173.9	450.1
169.4375	17.8	37.4	78.9	122.0	12.8	27.0	56.8	87.9	6.5	33.2	168.9	437.0
169.4625	13.3	28.1	59.2	91.6	17.1	35.9	75.7	117.1	7.2	36.3	184.6	477.8
169.4875	10.6	22.3	47.0	72.6	21.5	45.4	95.6	147.8	6.6	33.7	171.4	443.7
169.5125	7.7	16.3	34.3	53.1	27.1	57.2	120.5	186.3	6.8	34.8	176.6	457.0
169.5375	5.9	12.4	26.1	40.4	30.3	63.8	134.4	207.8	7.5	38.0	193.1	499.7
169.5625	4.5	9.4	19.9	30.7	31.1	65.6	138.2	213.7	7.2	36.3	184.6	477.8
169.5875	3.7	7.8	16.4	25.4	29.5	62.1	130.8	202.2	7.7	39.1	198.9	514.6
169.6125	3.1	6.4	13.6	21.0	30.3	63.8	134.4	207.8	11.4	57.7	293.1	758.4
169.6375	1.8	3.8	8.0	12.3	31.1	65.6	138.2	213.7	9.9	50.4	256.3	663.3
169.6625	2.5	5.3	11.2	17.3	31.5	66.4	140.0	216.5	10.1	51.2	260.0	672.8
169.6875	2.2	4.6	9.8	15.1	30.3	63.8	134.4	207.8	8.6	43.5	220.8	571.3
169.7125	1.7	3.5	7.3	11.3	29.5	62.1	130.8	202.2	9.5	48.2	245.1	634.3
169.7375	1.5	3.3	6.8	10.6	31.5	66.4	140.0	216.5	7.6	38.6	196.0	507.3
169.7625	1.2	2.6	5.4	8.4	30.7	64.7	136.2	210.7	10.9	55.2	280.2	725.3
169.7875	1.2	2.4	5.1	8.0	27.9	58.8	123.8	191.4	7.6	38.6	196.0	507.3

参考資料８

補聴援助用ラジオマイクに必要とされるチャンネル数に関する検討

１　各教室に１チャンネルずつ配置する場合

ろう学校においては各教室で補聴援助用ラジオマイクを使用するので、それに必要な周波数チャンネルを確保しないと混信の問題が発生する。ろう学校における利用形態には利用形態②、③、④、⑥、⑦及び⑧がある（参考資料２を参照）。利用形態②～④は各教室に１チャンネルずつ配置する場合であり、⑥～⑧は 1 教室で複数のチャンネルを用いる、いわゆる相互通話方式で、これには多くのチャンネルを必要とする。ここで、各教室 1 チャンネルの場合と、相互通話方式を考慮する場合のそれぞれについて必要なチャンネル数（波数）について検討する。

各教室に 1 チャンネルずつ配置する場合に必要なチャンネル数を推計するために、ろう学校において教室間の同一チャンネルにおける混信の程度を調査した。その結果を図 8-1 に示す。

この実験では、普通教室内の縦及び横 2m 間隔の位置において、受信者が黒板の方向を向いて立ち隣接教室からの混信（干渉）状態を調査した。希望波の送信者は同じ教室の中央にあたるライン上で黒板から 1m の位置（教師位置）に立ち、黒板と反対方向を向いて無変調の希望波を送信した。妨害波は同じ階の両隣及び 2 つ先、3 つ先の教室、さらに階上（ひとつ上の階）の真上とその両隣の教室の教師位置より、同じ周波数で音楽信号を送信した。干渉の判定は、受信者が干渉波に起因する異音又は雑音を明らかに判別できる場合は「干渉有り」、明らかではないが妨害波無送信時との差が検知できる場合には「干渉が若干有り」、妨害波無送信時との差が検知できない場合は「干渉無し」のカテゴリで判定した。供試機器は実験局申請済の補聴援助用ラジオマイク（周波数は 169.575 MHz）を用いた。

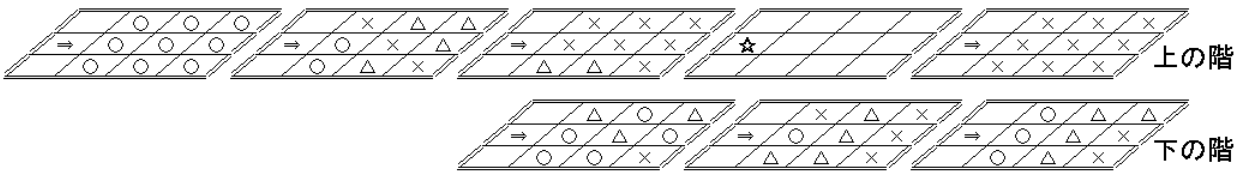


図 8-1: ろう学校教室における同一チャンネルの干渉の状況調査結果　☆の位置から妨害波を送信したときの、近接する各教室内の 9 点での干渉の度合いを示す。 ×＝受信者が干渉波に起因する異音又は雑音を明らかに感知できる、△＝明らかでないが感知できる、〇＝感知できない。 ⇒は各教室の希望波の送信位置（教師の位置）。

妨害波の両隣の教室においては、教室内の位置により差があるものの、大半の位置で「×干渉有り」又は「△干渉が若干有り」の状況であり妨害波の影響があった。妨害波の影響として音楽信号のリズムに同期した異音が聴取された。妨害波のひとつ置いて隣では位置により異なるが過半数が「〇干渉無し」又は「△干渉が若干あり」と判定され、干渉は少ないと思われた。階下の真下教室とその両隣においても同様であった。同じ階のふたつ置いて隣の教室では、干渉の影響は確認されなかった。以上の結果から、同一階で同一チャンネルを運用するには２つの教室をあけた 3 つ隣の教室より離れた教室に同一チャンネルを置く必要があると思われた。ひとつ上または下の階では、真上（真下）教室

と同じ周波数の運用は 2 つ以上離れた教室にする必要があると考えられる。

上記の調査結果に基づき、3 階建ての校舎（各階 8 教室）を例として混信の発生しない配置と必要なチャンネル数を検討する。

図 8-2 は調査結果に基づく条件を最低限満たすチャンネル配置の一例である。このためには 5 つの周波数チャンネルを繰り返して用いる。 隣接する棟があったとすると、対面する教室などで混信が発生する可能性がある。ろう学校において補聴援助システムの混信が発生した場合、教育に重大な支障が発生することからより安全を見込んだチャンネル配置が望ましい。 また、上記の調査を行ったろう学校が堅牢は鉄筋コンクリート造りであったことから、建築構造による違いも考慮する必要があり、5 チャンネルでは十分とはいえない。

図 8-3 は、隣接する棟を含めて混信の可能性をより低くした配置例で、同一階で同じ周波数を用いないようにし、上下階の両隣とその次まで同じ周波数を置かないようにした。また、隣の棟が近接しても問題がないように別のチャンネルを用いた。これの方法では 16 の周波数チャンネルを必要とする。

A	*B*	*C*	*D*	*E*	*A*	*B*	*C*	←3 階
C	*D*	*E*	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	←2 階
E	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*A*	*B*	←1 階

図 8-2:　調査結果に基づき、鉄筋の 1 棟のみで、廊下の片側だけに教室がある場合のチャンネル配置例

隣の棟

I	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*
L	*M*	*N*	*O*	*P*	*I*	*J*	*K*
O	*P*	*I*	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*

A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	←3 階
D	*E*	*F*	*G*	*H*	*A*	*B*	*C*	←2 階
G	*H*	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	←1 階

図 8-3:　隣接する棟を含めて混信の可能性をより低くしたチャンネル配置例

２　相互通話方式を考慮する場合

ろう学校の幼稚部、小学部低学年教室等においては、複数の周波数のラジオマイクを用いてこども同士のコミュニケーションの促進をはかる方式（いわゆる相互通話）が長年にわたって導入され、その教育効果が評価されている。

それを行うには多数の周波数チャンネルを要するため、現行の 75MHz 帯の補聴援助用ラジオマイクに加えて、800MHz 帯特定小電力ラジオマイクを併用して実施されている。

相互通話方式においては、機器同士が近接して使用されるため、干渉やビート（相互変調）が発生しない周波数の組み合わせを選択する必要がある。近接して使用可能なチャンネル数は周波数の総数に関係する。表 8-1 に近接して使用できるチャンネル数と周波数総数との関係を示す。

表 8-1: 近接して使用できるチャンネル数と周波数総数の関係（周波数間隔: 25kHz、 同一グループの内の周波数間隔: 50kHz 以上の場合）

周波数総数	帯域幅 (kHz)	近接して使用できるチャンネル数				
		グループ 1	グループ 2	グループ 3	グループ 4	グループ 5
12	300	4	4	3	1	
		4	3	3	2	
13	325	4	4	4	1	
15	375	5	4	4	2	
		4	4	4	3	
		3	3	3	3	3
16	400	5	5	4	2	
		5	4	4	3	
		4	4	4	4	
17	425	5	5	4	3	
18	450	5	5	5	3	
		5	5	4	4	
20	500	5	5	5	5	
24	600	6	6	6	4	
30	750	6	6	6	6	6

近年のろう学校の就学児童・生徒数は減少しているが、一方、特別支援学校として集約が進む見通しになっている。文部科学省の学校基本調査（H17年度）によれば、学校数＝106、学級数＝2029、生徒数＝6639であり、学級あたり平均3.3名になり、相互通話方式を実施するのに必要なチャンネル数は教師を含めて4～5chになる。東京都の公立学校統計調査（H17年度）ではそれより少し多く、学校数＝8、学級数＝146、生徒数＝599で、学級あたり平均4.1名になっている。 一方、東京都内のあるろう学校の、幼稚部と小学部の在籍生徒数は、同校がホームページで公開している数値によれば次のとおりである。

表8-2幼稚部と小学部の在籍生徒数

	幼稚部			小学部					
	1学年	2学年	3学年	1学年	2学年	3学年	4学年	5学年	6学年
学級数	2	1	1	2	2	2	1	1	1
生徒数	11	1	7	10	11	9	5	3	4

（重複障害学級を除く）

最近10年間の設置例からは、相互通話方式の教室ごとのch数は4～7chのように様々である。 教室数についても、学校により幼稚部と小学部の全教室に設置しているところもあれば、視聴覚室や多目的室に限定している例もある。

このような状況に照らして、相互通話方式を実施するにあたり 6 チャンネル×3 グループが平均的と

仮定すると、周波数総数として 24 チャンネルが必要になる。

３　必要なチャンネル数の考察

ろう学校以外の個人使用、あるいはろう学校でも相互通話方式を用いない場合には、チャンネル数よりも小型で絶対に混信や途切れがないシステムを実現してほしいという意見がある。

一方、相互通話方式をではチャンネルの配置に苦労している。

上記の検討結果から、ろう学校において混信等の心配のないチャンネル配置を行うには 16 周波数チャンネル（帯域幅＝450kHz）が必要である。

また、相互通話方式を実施するには、24 周波数チャンネル程度（帯域幅＝650 kHz）が必要になるが、今後 800MHz 帯の特定小電力ラジオマイクがデジタル化されて、チャンネル数が増加し繰り返し使用が容易になれば、受信機の小型化を要しない相互通話のアップリンクにはこれを併用することも考えられる。

以上により、補聴援助用ラジオマイクには欧州の補聴器目的の共通周波数に指定された 169.4375、169.5125 及び 169.5625 MHz を含む、最低 16 チャンネルの割り当てが必要である。

相互通話方式の実施に必要なチャンネル数を補聴援助用ラジオマイクに割り当てる必要性については、今後の利用動向を踏まえて判断することが望ましい。

参考資料９

補聴援助用ラジオマイクの技術基準対比表

	169 MHz 帯補聴援助用ラジオマイクの技術的条件(案) 上段:ワイド 下段:ナロー	米国技術基準 Federal Communications Commission(FCC), Code of Federal Regulations(CFR) 47, PART 95-PERSONAL RADIO SERVICES（一部、同 PART 2-FREQUENCY ALLOCATIONS AND RADIO TREATY MATTERS; GENERAL RULES AND REGULATIONS 及び PART 15-RADIO FREQUENCY DEVICES)	欧州技術基準 ETSI EN 300 422-1: Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Wireless microphones in the 25 MHz to 3 GHz frequency range; Part 1: Technical characteristics and test methods
1. 一般的条件 (1)通信方式	単向通信又は同報通信方式	小電力無線設備／LPRS Low Power Radio Systems	25MHz から 3GHz までのワイヤレスマイクロホン／Wireless Microphones in the 25MHz to 3GHz Frequency Range
(2)使用周波数	169MHz 帯		
(3)音声伝送帯域	10kHz 7kHz		
(4)変調方式	周波数変調方式	周波数変調／Frequency Modulation	周波数変調／Frequency Modulation
2. 無線設備の技術的条件 (1)送信装置 ア. 空中線電力	10mW 以下	小電力無線設備については最大 100mW。（§ 95.639 を参照）／max. 100mW for LPRS stations（§ 95.639)	クラス 1 について実効輻射電力又はアンテナ接触（導電）において 10mW。（§ 8.2.4 を参照）／10mW (Class1) ERP or conducted（§ 8.2.4)
イ. 空中線電力の許容偏差	上限20%以内であること	規定なし。 空中線電力も許容電力以下であること。／not specified ; The antenna power must be below maximum allowed power	許容差は公称電力±3dB。 （§ 8.2.4 を参照）／Tolerance = +/-3dB of nominal power（§ 8.2.4)
ウ. 周波数の許容偏差	20×10^{-6}	50ppm 以下。 （§ 95.629 参照）／Not greater than 50ppm（§ 95.629	±3kHz（以下)。 特定の条件では±5kHz（以下)。 （§ 8.1.3 参照）／Under normal conditions: +/- 3kHz under extreme

			conditions: +/- 5kHz （§ 8.1.3）*訳注⇒特定条件等は-10℃と45℃での温度と電圧変動の条件下。*
エ．発振方式	水晶発振又は水晶発振により制御する周波数シンセサイザ方式	水晶制御。 （§ 95.651 参照）／Crystal controlled （§ 95.651）	規定なし。 ただし周波数偏差が厳格なため実質的には水晶制御になる。／Not specified; But in the practice, the tight "frequency error" specification forces the use of a crystal oscillator.
オ．変調周波数、最大周波数偏移、占有周波数帯域の許容差、チャンネル間隔 （ア）変調周波数（トーン信号を除く）	10kHz 以内 7kHz 以内	限度の規定なし。 スペクトル帯域幅（隣接チャンネル漏洩電力）の規定によりカバー（代替）されている。／No limit specified; The specification over the spectrum width (adjacent channel leakage) replaces it.	限度の規定なし。 スペクトル帯域幅（隣接チャンネル漏洩電力）の規定によりカバー（代替）されている。／No limit specified; The specification over the spectrum width (adjacent channel leakage) replaces it.
（イ）最大周波数偏移	（±）30kHz （±）8kHz	限度の規定なし。 スペクトル帯域幅（隣接チャンネル漏洩電力）の規定によりカバー（代替）されている。／No limit specified; The specification over the spectrum width (adjacent channel leakage) replaces it.	限度の規定なし。 スペクトル帯域幅（隣接チャンネル漏洩電力）の規定によりカバー（代替）されている。／No limit specified; The specification over the spectrum width (adjacent channel leakage) replaces it.
（ウ）占有周波数帯域の許容差	80kHz 30kHz	チャンネル帯域幅は 25kHz。（§ 95.629 を参照）／Channel Bandwidth 25 kHz (ref. §	申告したチャンネル帯域幅による、指定カテゴリがＬのときは 50kHz。（§ 5.1 を参照）

		95.629)	／ Declared Channel Bandwidth: Designation L; 50kHz (ref. § 5.1) *訳注⇒指定として 50 kHz、75 kHz、100 kHz、150 kHz、200 kHz があり、補聴援助システムとしては 50kHz が該当している。*
（エ）チャンネル間隔	125kHz（インタリーブ 62.5kHz） 50kHz（インタリーブ 25kHz）		
カ. 隣接チャンネル漏洩電力	搬送波の周波数から 125kHz 離れた周波数の（±）40kHz の帯域内において輻射される電力が搬送波電力より 60dB 以上低いこと。 搬送波の周波数から 50kHz 離れた周波数の（±）15kHz の帯域内において輻射される電力が搬送波電力より 60dB 以上低いこと。	チャンネルの中心周波数との差が 12.5から 22.5kHz について-30dB 以下。（§ 95.635 の C,1 参照）／Emissions at distances 12.5 to 22.5 kHz away from the channel center frequency:Not greater than -30dB. Ref = § 95.635(C,1)	搬送波周波数から 0.35×B だけ離れた周波数において搬送波（電力）-20dB より低いこと。 B は申告した帯域幅でつまり 50kHz。分析バンド幅は 1kHz。／Level lower than -20dBc at distance 0.35*B from the carrier (B=declared bandwidth=50kHz; analyser RBW = 1kHz) 搬送波周波数から 0.5×B だけ離れた周波数において搬送波（電力）-60dB より低いこと。 B は申告した帯域幅でつまり 50kHz。分析バンド幅は 1kHz。／Level lower than -60dBc at distance 0.5*B from the carrier (B=declared bandwidth=50kHz; analyser RBW = 1kHz) § 8.3 項により測定する。／measured according to § 8.3

キ. スプリアス発射の強度の許容差	2.5μW 以下	チャンネルの中心周波数から 22.5kHz よりも離れた周波数において、-43-log[搬送波電力（W）]dB 以下。 （§ 95.635 の C,1 参照）／Emissions more than 22.5 kHz away from the channel center frequency: Not greater than -43dB -log(carrier power in watts)dB Ref = § 95.635(C,1) 10 次高調波まで測定する。 （§ 2.1047 を参照）／ Measurements up to 10th harmonic（§ 2.1047)	1GHz 未満について、テレビジョン又はラジオ放送周波数バンド内では実効輻射電力が-54dBm 以下。それ以外の周波数は-36dBm 以下。（§ 8.4.3 を参照）／Below 1GHz: not greater than -54dBm ERP in TV and RADIO broadcast bands; not greater than -36dBm ERP elsewhere（§8.4.3) 1GHz を超える周波数については-36dBm 以下。（§8.4.3 を参照）／Above 1GHz: below -30dBm ERP（§ 8.4.3)
(2) 受信装置 ア. 基準感度	規定しない	小電力無線設備については規定なし。／No specification for LPRS receiver	小型受信機については規定なし。／No specification for miniaturized receivers
イ. スプリアスレスポンス	規定しない	小電力無線設備については規定なし。／No specification for LPRS receiver	小型受信機については規定なし。／No specification for miniaturized receivers
ウ. 隣接チャンネル選択度	規定しない	小電力無線設備については規定なし。／No specification for LPRS receiver	小型受信機については規定なし。／No specification for miniaturized receivers
エ. 相互変調特性	規定しない	小電力無線設備については規定なし／No specification for LPRS receiver	小型受信機については規定なし／No specification for miniaturized receivers
オ. 副次的に発する電波等の限度	4nW 以下	アンテナに接触（導電）したとき 2nW 未満。（§15.111 参照）／below 2nW conducted at the antenna（§ 15.111)	1GHz 未満については 2nW 未満。1GHz 超は 20nW 未満。（§ 9.1.5 参照）／below 2nW for frequencies below 1GHz; below 20nW for frequencies above 1GHz（§ 9.1.5)
(3) 制御装置 ア. 呼出名称記憶装置の機能	備え付けを要しない		

イ．キャリアセンス、送信時間制限装置	備え付けを要しない		
ウ．スケルチ及び補聴援助システムに付随する制御	トーン信号を使用して制御することを可能とする		
(4) 送信空中線	送信空中線の構造は、給電線及び接地装置を有しないこととし、一の筐体に収めるものであること。 ただし、補聴援助システムの使用形態として、マイク、イヤホンのコードを空中線として共用する場合に限り、一の筐体に収めることを要しない。また、空中線の絶対利得は 2.14dB 以下であること。	2.15dB（実効輻射電力は最大 100mW、 §95.1013 参照）／2.15dB (Max ERP=100mW; §95.1013)	2.15dB (実効輻射電力は最大 10mW、 §8.2.4 参照）／2.15 dB (Max ERP=10mW; § 8.2.4)
3. 測定法 (1) 送信装置 ア． 空中線電力、周波数の許容偏差及びスプリアス発射			
（ア）空中線電力の偏差	給電線端子に擬似負荷（必要により減衰器又はインピーダンス整合回路を含む）及び電力計を接続して測定する。 給電線端子による測定ができない製品については、送信空中線から輻射される電波の強度を測定する。		

（イ）周波数の偏差	給電線端子に擬似負荷（必要により減衰器を含む）及び周波数計を接続して測定する。 給電線端子による測定ができない製品については、試験用受信空中線に周波数計を接続して測定する。		
（ウ）スプリアス発射の強度	給電線端子に擬似負荷（必要により減衰器を含む）及びスペクトラムアナライザを接続して測定する。 給電線端子による測定ができない製品については、試験用受信空中線にスペクトラムアナライザを接続して測定する。		
イ．隣接チャネル漏洩電力	無変調で動作させたときの搬送波の電力と変調周波数1,000Hzで（±）5kHzの変調を行い、更に入力電圧を16dB高くしたときに搬送波の周波数から隣接チャネル間隔離れた周波数において規定の帯域内の輻射される電力との比を測定する。 なお、トーン信号を使用している機器においては、トーン信号の変調を行っている状態で測定する。		

	無変調で動作させたときの搬送波の電力と変調周波数1,000Hzで(±)2.25kHzの変調を行い、更に入力電圧を14dB高くしたときに搬送波の周波数から隣接チャネル間隔離れた周波数において規定の帯域内の輻射される電力との比を測定する。 なお、トーン信号を使用している機器においては、トーン信号の変調を行っている状態で測定する。		
ウ. 占有周波数帯幅	変調周波数1,000Hzで(±)5kHzの変調を行い、更に入力電圧を16dB高くしたときに得られるスペクトル分布の電力の総和(以下「全電力」という。)を求め、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和がそれぞれ全電力の0.5%となる周波数帯域を測定する。なお、トーン信号を使用している機器においては、トーン信号の変調を行っている状態で測定する。		

	変調周波数1,000Hzで(±)2.25kHzの変調を行い、更に入力電圧を14dB高くしたときに得られるスペクトル分布の電力の総和(以下「全電力」という。)を求め、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和がそれぞれ全電力の 0.5%となる周波数帯域を測定する。 なお、トーン信号を使用している機器においては、トーン信		
エ. 最大周波数偏移	変調周波数 1,000Hz で(±)5kHz の変調を行い、更に入力電圧を 16dB 高くしたときの正負の周波数偏移を測定する。 変調周波数1,000Hzで(±)2.25kHzの変調を行い、更に入力電圧を14dB高くしたときの正負の周波数偏移を測定する。		
オ. 副次的に発する電波等の限度	受信状態にして受信空中線から輻射される電波の強度又は受信空中線と電気的常数の等しい疑似空中線回路を使用して、その電力を測定する。		

参考資料１０

デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイクの利用形態について

デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイク（デジタル方式 B 型ラジオマイク）の利用形態を踏まえたシステム構成例は次のとおりである。

ア　１：１　システム

送信設備と受信設備が１：１の単向通信を行うシステムである。

イ　１：N　システム

送信設備と受信設備が１：N の同報通信を行うシステムである。

ウ　N:N　システム

送信設備と受信設備が N:N の単向通信を行うシステムである。

エ　１：１　ダイバシティ受信システム

送信設備とダイバシティ受信方式を採用した受信設備が１：１の単向通信を行うシステムである。

オ　１：N　ダイバシティ受信システム

送信設備とダイバシティ受信方式を採用した受信設備が１:N の同報通信を行うシステムである。

カ　N:N　ダイバシティ受信システム

送信設備とダイバシティ受信方式を採用した受信設備が N:N の単向通信を行うシステムである。

キ　１：１　漏洩同軸受信システム

送信設備と空中線として同軸ケーブルを使用した受信設備が１：１の単向通信を行うシステムである。

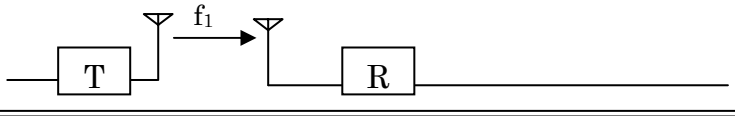
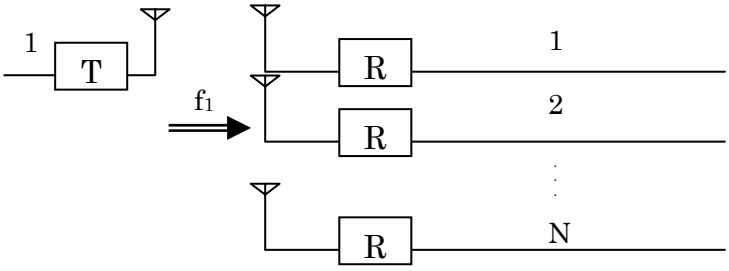
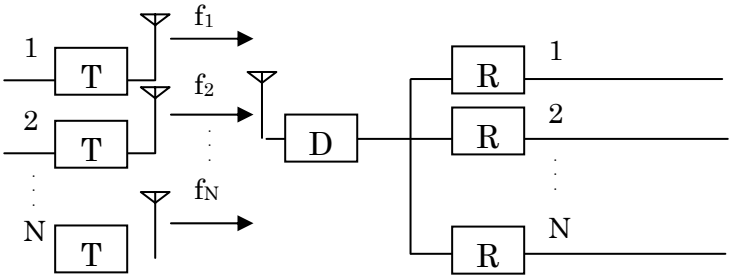
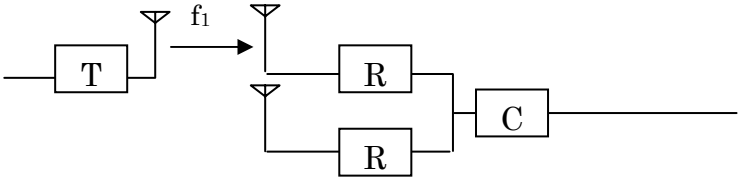
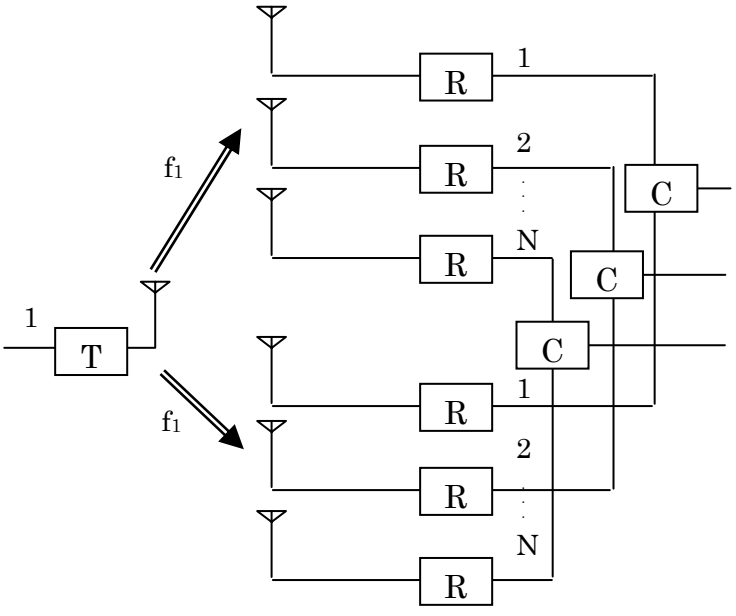
ク　１：N　漏洩同軸受信システム

送信設備と空中線として同軸ケーブルを使用した受信設備が１:N の同報通信を行うシステムである。

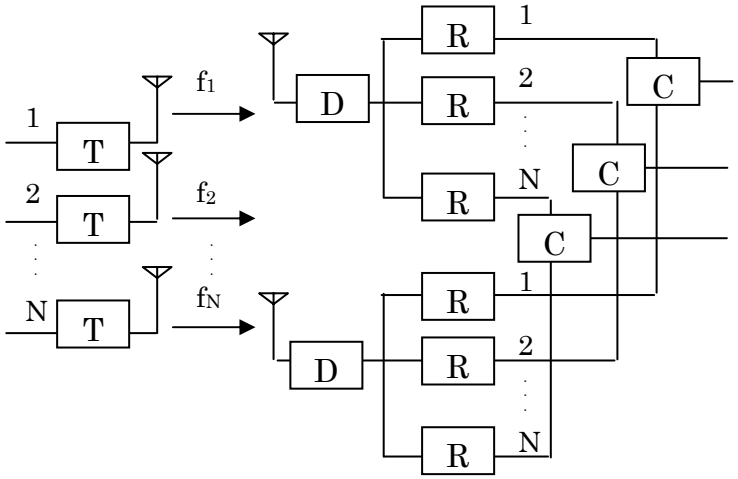
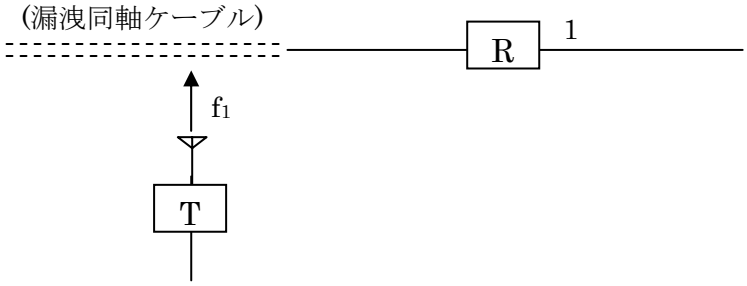
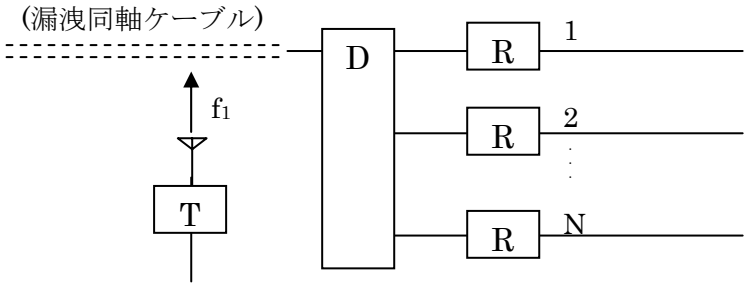
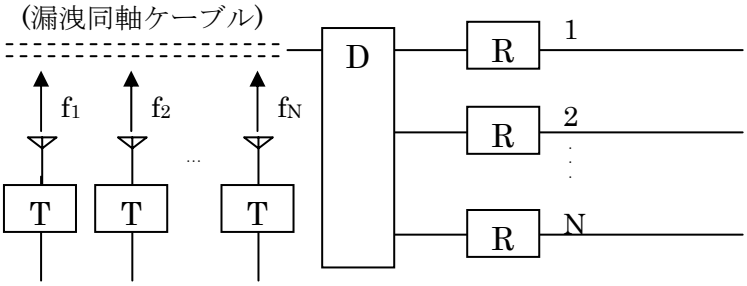
ケ　N:N　漏洩同軸受信システム

送信設備と空中線として同軸ケーブルを使用した受信設備が N:N の単向通信を行うシステムである。

図　デジタル方式Ｂ型ラジオマイクのシステム構成例

システム	システム構成
1:1 システム	
1:N システム	
N:N システム	
1:1 ダイバシティ 受信システム	
1:N ダイバシティ 受信システム	

[凡例]　T 送信設備　R 受信設備　D 分配器　C 合成器

システム	システム構成
N:N ダイバシティ 受信システム	
1:1 漏洩同軸 受信システム	
1:N 漏洩同軸 受信システム	
N:N 漏洩同軸 受信システム	

[凡例] T 送信設備 R 受信設備 D 分配器 C 合成器

参考資料１１

ラジオマイクの諸外国の動向

【(社) 電波産業会「ラジオマイクのデジタル化に関する検討報告書(平成 18 年 2 月)」より引用】

１　諸外国のラジオマイク技術基準

米国 FCC と欧州 ETSI では

a)　スペクトラルマスク

b)　規制値と測定方法

で規定されていると言える。

しかしながらこれらの規格に合致し、ユーザ要求を満足するデジタル方式のラジオマイクはまだ普及に至っていない。

この主要因として、下記の技術面、実運用面での根本的なスタディ不足が想定される。

○デジタル化とユーザメリットとの整合性

１．チャネル数と混信

２．音質

○信頼性：　劣化にシビアな低遅延・高圧縮符号化を用い比較的高い許容エラー率を実現しなければならないラジオマイクでのロバスト性（劣化耐性）の問題

１．ISM 帯という混信の可能性が極めて高い帯域の使用

２．1GHz を超える周波数帯での伝搬劣化

３．広帯域伝送におけるフェージング等による劣化

デジタルラジオマイクは携帯電話等に代表されるデジタル無線システムと本格的なデジタルオーディオシステムの特性を要求されることが技術的な特徴である。すなわち本報告書ならびに規格案の作成にあたっては、素材伝送開発部会　地上無線素材作業班　A 型ラジオマイク実験タスクグループに依頼、作成された実験報告書の結果が重要な意味を持つといえる。

２　米国におけるデジタル化状況

動向としては大きく、アナログラジオマイクの適合条件である PART74 と、いわゆる ISM 帯として規定送信電力以下であれば無免許での運用が可能な PART15 での動きが挙げられる。

（１）PART74.861 準拠

デジタルラジオマイクの動向としては 200kHz の帯域幅に純データレート 1Mbps 前後を低遅延高圧縮する CODEC や多値変復調技術など比較的難しい面も多いが現在では 2 社が発表、発売されている。

表１　PART74.861 に準拠したデジタルラジオマイク

	L 社	Z 社
周波数帯	537～770MHz (TV-BAND 25～63)	500～1000MHz (TV-BAND)
周波数選択数	256(100kHz ステップで 25.5MHz)	100 (25MHz 単位)
準拠規格	74.861	74.861
周波数安定度	±0.001%	±0.005%
空中線電力	50mW	50mW
伝送速度 (シンボルレート)	120ksps	160ksps
変調方式	π/4-DQPSK	FSK
周波数範囲	40Hz～20kHz(±1dB)	不明
分解能	24bit	24bit
サンプリング周波数	44.1kHz	96kHz
ダイナミックレンジ	100dB 以上	117dB
歪率(T.H.D)	0.05%	不明
送信機電池寿命時間	4.5H (1×006P)	4H (Li-ion/単３アルカリ２本)
遅延時間	2.5mS	3-66mS
概算システム価格	不明	$3500

（２）PART15 系準拠

現在までに発表発売されたデジタルラジオマイクに相当する製品は FCC47 CHAPTER I PART15「RADIO FREQUENCY DEVICES」SUBPART C の SEC.15.247 SEC 15.249 に準拠している。

＜FCC47 CHAPTER I PART15＞は意図、非意図に関わらずあらゆる電磁波放射機器に対し電源ラインを含む放射電磁界妨害許容値等を定めたものであり、当該規格に準拠した機器は無免許での運用が可能となる。

a)　PART15.247

「Operation within the bands 902-928MHz,2400-2483.5MHz,5725-5850MHz.」

このセクションは 902-928MHz,2400-2483.5MHz,5725-5850MHz を使用する周波数ホッピング方式（以下 FH）を使用する機器、及びデジタル変調を使用した意図放射機器関する規定である。

ラジオマイクとして FH を使用する機器はまだ無い為、デジタル変調機器（DS-SS 機器）に適応する内容を述べる。

表 2　PART15.247 規格

空中線電力	最大尖頭値放射電力は 1W 以下 ・　任意の 1 秒間の平均送信電力は 8dBm/3kHz 未満
アンテナ	・　6dBi 以上の指向性利得のあるアンテナを使う場合は超えた分だけ低減
占有周波数帯幅	・　6dB 帯域幅が 500kHz 以上
漏洩電力及び 不要輻射	必要帯域幅以外への輻射は 100kHz 幅で最大電力レベルから 20dB 以下。 ・　15.205(運用制限帯域)および 15.209(放射妨害許用値,一般要求事項)

b)　PART15.249

「Operation within the bands 902-928MHz,2400-2483.5MHz,5725-5850MHz, 24.0-24.25GHz」

902-928MHz,2400-2483.5MHz,5725-5850MHz,24.0-24.25GHz を使用する意図放射機器に関する規定。

表 3　PART15 15.249 規格

空中線電力	・　表 2.6 参照（電界強度規定）
アンテナ	・　規定無し（電界強度規定）
占有周波数帯幅	・　規定無し
漏洩電力及び 不要輻射	・　高調波を除いて、指定帯域外輻射は基本波レベルより少なくとも 50dB 減衰するか 15.209(放射妨害許用値,一般要求事項)いずれか減衰量が少ない方を満足すること。

表 4　PART15.249 電界強度（3m 法）

基本周波数	基本周波数の電界強度 (mV/m)	高調波の電界強度(μV/m)
902-928MHz	50	500
2400-2483.5MHz	50	500
5725-5850MHz	50	500
24.0-24.25GHz	250	2500

900MHz 帯で無損失ダイポールアンテナを使用した場合の出力電力は以下の通りである。

50*E-3 = (7*SQRT(P))/3

P = 0.46*E-3 [W]

PART15.249 準拠では約 0.5mW しか出力出来ない。

PART15 系準拠製品は数社から発表されており、それぞれ 900MHz 帯、2400MHz 帯を使用している。主な 3 社の発表した製品について示す。

表 5　PART15.247,PART15.249 に準拠したデジタルラジオマイク

	X 社	S 社	B 社
周波数帯	900MHz 帯	900MHz 帯	2.4GHz 帯
周波数選択数	5	4	8(上り 7+下り 1)
準拠規格	15.249	15.249	15.247
出力電力	0.5mW	0.5mW	20mW
変調方式	FSK	FSK	一次変調：FSK 二次変調：DS-SS
占有周波数帯域幅	1.2MHz	0.5MHz	10MHz
AF 周波数特性	10Hz～20kHz	20Hz～15kHz	70Hz～10kHz
AF 分解能	20bit	16bit	不明
ダイナミックレンジ	120dB	120dB	80dB(SN 比)
歪率(T.H.D)	0.2%	0.2%	不明
送信機電池寿命時間	11H (4*AA)	5H(1*006P)	10.5H(NiMH)
遅延時間		6mS	12mS
概算システム価格	$1000	$1000	不明

3　まとめ

このように、現在までに 3 規格準拠の製品が発表されている。

PART 74.861 準拠の場合にはアナログ時代と同じく免許が必要であるが（PART 74.832)、運用形態や周波数プランなどのこれまで培ったノウハウやアンテナなどの資産が生かせるメリットがある。さらに TV 放送バンドを利用する為、送信所、中継局などをあらかじめ調査することが出来、混信回避は比較的簡単に行える。

PART15 系では免許が必要無い。

狭帯域規格（PART 15.249）では出力電力約 0.5mW と非常に低く、ドーム級ライブステージなど広範囲 SR 用ラジオマイクとしてはサービスエリアを確保出来ないが、会議や一般業務用途では適応出来る。

拡散した場合（PART 15.247）は最大 1W もの出力電力が許可されており送信機電池寿命時間に依るがサービスエリアは容易に確保出来る。周波数割り当ても ITU-R における第 1～3 地域でほぼ同じである為、全世界向けに同一仕様製造が可能になり量産効果も期待できる。

しかし、ISM 帯であるため数多くの機器と周波数共用している。最近では IEEE802.11 系の無線 LAN 機器が普及しており、特に都心部での運用において混信や送信中断の懸念は残る。

3　欧州におけるデジタル化状況

（1）ETSI EN301 840-1 準拠

デジタル化および EU 統合規格 ETSI EN301 840-1 が決定している。現在、CEPT ERC の中に Project Team FMPT41 が設置されており、ヨーロッパ全体での周波数運用方法について活動が行われている。それぞれの国の行政機関管理者に 1800MHz 帯の使用可能性についてアンケートを取り、その回答を総合して報告書としてまとめた。

（ETSI EN301 840-1 決定の背景として以下の報告書が公開されている。）

ア　ERC REPORT42：1996 年 10 月に公開された、ヨーロッパにおけるラジオマイクの高度化調査報告書。

①　ERC REPORT63：1996～1998 年の間、ヨーロッパにおけるラジオマイクに対する新周波数割当帯域が明言されている。具体的に 1785～1797,1799 MHz のラジオマイク使用に関して近接帯域使用システムとの干渉回避条件等についても検討されている。）

本規格決定までに日本メーカを含む各社からスペクトラルマスクが提案されたが、以下、参考として海外２社の提案内容を記載する。

1)　A 社からの提案

スペクトラルマスク

◆　次期世界規格としての FCC 規格に近似のスペクトラルマスク図 2.1 を提案する。

◆　fc の±500kHz 以上外側の規制値：標準欧州スプリアスエミッション
標準欧州スプリアスエミッションパラグラフ 8.4.3
→現状の制限を受け入れる。

周波数占有幅の測定

◆　測定方法は、FCC の使用する方法を採用する。スペクトラルマスクが十分に広いのでノイズフィルターや SG を使用する承認の為必要なテスト手順を複雑にする必要がない。

送信出力

◆　ラジオマイクの送信出力として 50mW に各国が同意すれば、50mW は非常に都合の良い送信出力である。欧州バージョンが、10mW、20mW、50mW と分かれた場合、メーカを混乱させる事になる。

全体的な傾向

◆　世界規格として FCC 規格を修正して適応する。

◆　ETSI の規格と比べて、多チャネル仕様の能力が劣っている。

◆　送信出力は、50mW

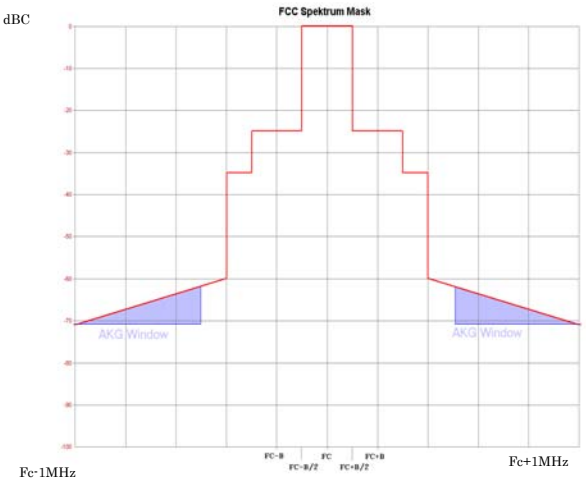


図 1　A 社が提案する次期世界規格としての
FCC 規格に近似のスペクトラルマスク

2) S 社からの提案

◆ 主要な ETSI 規格は、継承する。（スプリアスエミッション等）

◆ 多チャネルのチャネル数を確保したまま、将来の変調方式を見込んで、スペクトラルマスクを修正する。

◆ 将来の変調方式を見込んだスペクトラルマスク図 2.2 を提案する。

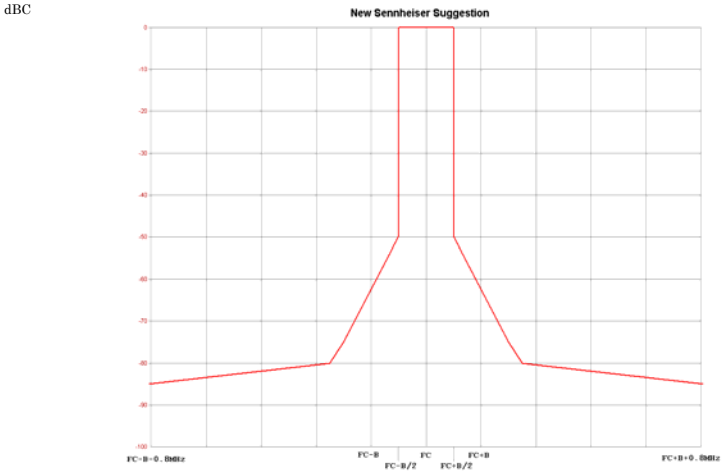


図 2　S 社が提案する将来の変調方式を
見込んだスペクトラルマスク

全体的な傾向

◆ 多チャネル仕様の能力を維持する為、現在の FCC 規格を緩めない。

◆ 現行の ETSI の規格は、将来の変調方式に対して狭すぎる事はない。

◆ 送信出力 50mW

→ 欧州と米国の規制値を表記出来るが、お互いの周波数や各数値の違いがあるので簡単に変更出来ない。

（２）ETSI EN301 357-1 準拠

欧州においては、ETSI EN301 840-1 に加え、ETSI EN301 357-1 においても、ラジオマイクのデジタル化が規格化されている。

これは、ラジオマイクだけでなくコンシューマ向けのコードレスオーディオリンクなども含み、且つアナログ方式も認められている。

諸元は以下のとおり

表 6　ETSI EN301 357-1　の諸元

	ETSI EN301 357-1 V1.2.1 (2001-06)	
	Cordless audio devices in the range 25MHz to 2000MHz ; Consumer radio microphones and in ear monitoring system in the CEPT harmonized band 863MHz to 865MHz	
Frequency assignment	CEPT Harmonized band 863MHz to 865MHz	
	This present document applies to cordless audio, consumer radio microphones and in ear monitoring equipment using either 300kHz bandwidth analogue modulation or 300kHz, 600kHz or 1200kHz bandwidth digital FDMA modulation.	
Carrier Power (Max ERP)	Consumer Radio microphones	10mW
	In ear monitoring	10mW
Occupied bandwidth		300/600/1200kHz for digital modulation 300kHz for analogue modulation
Spurious emissions (ERP)	47 MHz to 74 MHz	Operation : 4nW Standby : 2nW
	87,5 MHz to 118 MHz	
	174 MHz to 230 MHz	
	470 MHz to 862 MHz	
	Other Frequencies below 1 000 MHz	Operation : 250nW Standby : 2nW
	Frequencies above 1000MHz	Operation :1 μ W Standby : 20nW

またスペクトラルマスクについて、図 3、4 に示す。

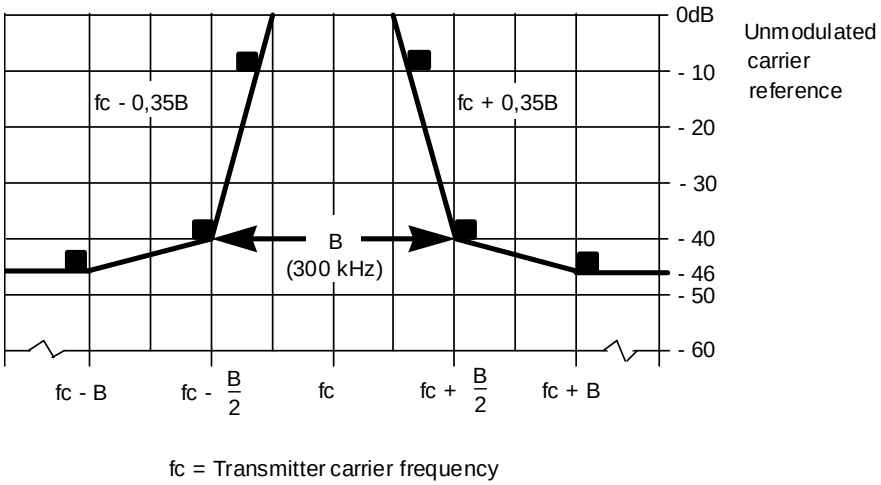


図 3　Spectral mask for analogue or digital modulation with B = 300 kHz

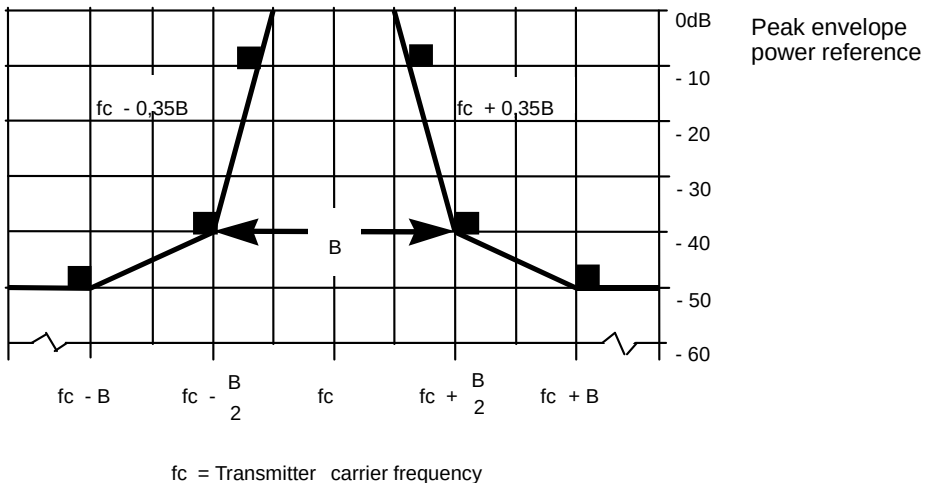


図 4　Scaleable Spectral mask for digital modulation with B = 600, 1 200kHz

デバイスの状況

デジタルラジオマイクに使用可能なデジタルデバイスの高速化や低価格化が進み、デジタル化を容易にする環境が整ってきた。

一方、アナログシステムで使用する部品は、大量に生産されている携帯電話用部品や、電話を含む電子音響機器用部品を利用または、これらをラジオマイク用に部分変更した物が多く採用されている。最近のデジタル化の進展により、こうした分野の部品は、半導体を中心としてデジタル化に対応した物への置き換えや統合化が進んでいる。

従って、ラジオマイクに必要な単機能 IC は生産中止方向にあり、アナログシステム自体を生産することが困難になることが想定される。

例えば PLL 用 LSI やコンパンダ用 LSI はデュアル化や他の機能との統合化された LSI が開発され、今後、ラジオのデジタル放送化が実現すれば、ラジオ受信・復調用 IC もデジタル放送に対応した物へと移行し、アナログ FM 用の LSI の存続も心配される。

参考資料１２

デジタル方式 800MHz 帯特定小電力ラジオマイクの回線設計

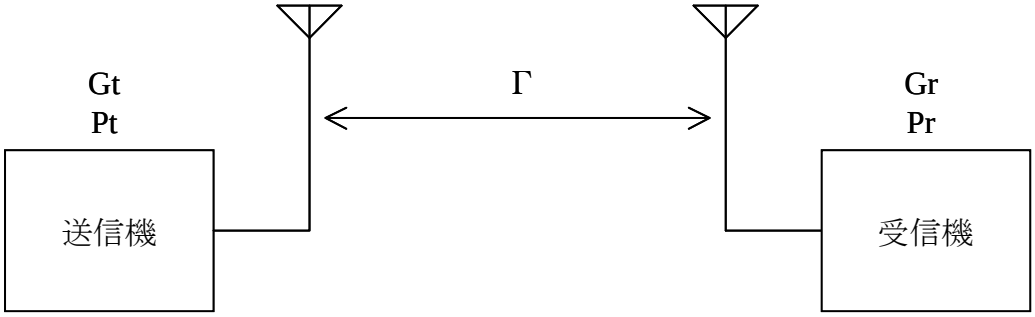
１　前提条件

（１）運用形態及び標準伝搬路モデル

デジタル方式 B 型ラジオマイクの運用形態として多種多様な運用形態が想定されるが、回線設計を単純化するためここでは屋内・屋外の見通し内運用について検討を行う。

回線設計における標準伝搬路モデルは図１のとおり。

図１ 標準伝搬路モデル



総合受信入力電力 Pr は、次式で求められる。

Pr＝Pt＋Gt－Γ＋Gr

ここで、 Pt：空中線電力

Gt：送信空中線利得

Γ：空間伝搬損失

Gr：受信空中線利得

（２）使用周波数範囲

前提条件として、デジタル方式 B 型ラジオマイクの使用周波数範囲は、現行の B 型ラジオマイク(アナログ方式)と同等の 800MHz 帯とする。

（３）空中線電力

デジタル方式 B 型ラジオマイクの空中線電力は、現行の B 型ラジオマイク(アナログ方式)と同等の 10mW 以下とする。

（４）空中線利得

ア　送信空中線

ラジオマイクは、手持ち使用又は人体仕込み(装着)使用が一般的である。さらに、送信空

中線には 1/4 波長ホイップ型(利得 0.85dB)が使用されている　ことから、利用時における送信空中線利得は大幅に低下する。

ここでは、手持ち時における送信空中線利得を-8dB、人体仕込み(装着)時における空中線利得を-18dB とする。

イ　受信空中線

ラジオマイクの受信機に使用される空中線は、1/2 波長ダイポール空中線が一般的であることから、ここでは、受信空中線利得を 2.14dB とする。

（５）回線品質

アナログ方式ラジオマイクの場合､回線品質の基準として信号対雑音比(SN 比)を使用するが、デジタル方式の場合、回線品質をビット誤り率(Bit Error Rate　以下「BER」という。)で規定する。

デジタル方式 B 型ラジオマイクに求められる音声品質を得るためには、BER 10^{-5} 以下となることが望ましい。π/4 シフト QPSK 遅延検波、D8PSK 遅延検波で BER 10^{-5} を確保するための理想的な C/N 値(C/No)は次のとおりとなる。

π/4 シフト QPSK 遅延検波の場合

C/No(QPSK)＝ Eb/No(12.5dB)＋10log(2bit/symbol)＝15.5dB

D8PSK 遅延検の場合波

C/No(8PSK)＝ Eb/No(16.0dB)＋10log(3bit/symbol)＝20.8dB

（６）空間伝搬損失

送信空中線高は、手持ち使用を考慮して 1.5m とし、受信空中線高は可搬型受信を想定した 1.5m 及び建物壁面設置を想定した 4m の 2 通りとし、それぞれ「伝搬損失モデル 1」「伝搬損失モデル 2」と称する。

図 2 に送信空中線高 1.5m、受信空中線高 1.5m を想定した伝搬損失モデル 1 を、図 3 に送信空中線高 1.5m、受信空中線高 4m を想定した伝搬損失モデルを示す。

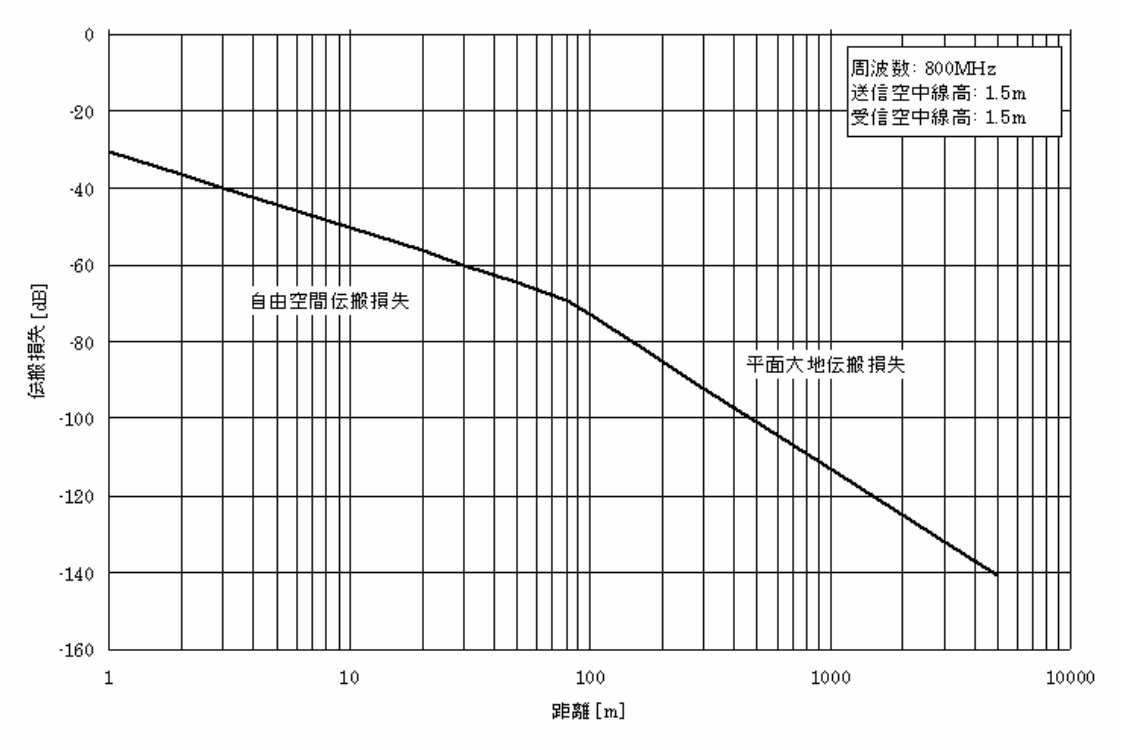


図 2　伝搬損失モデル 1(送信空中線高 1.5m、受信空中線高 1.5m)

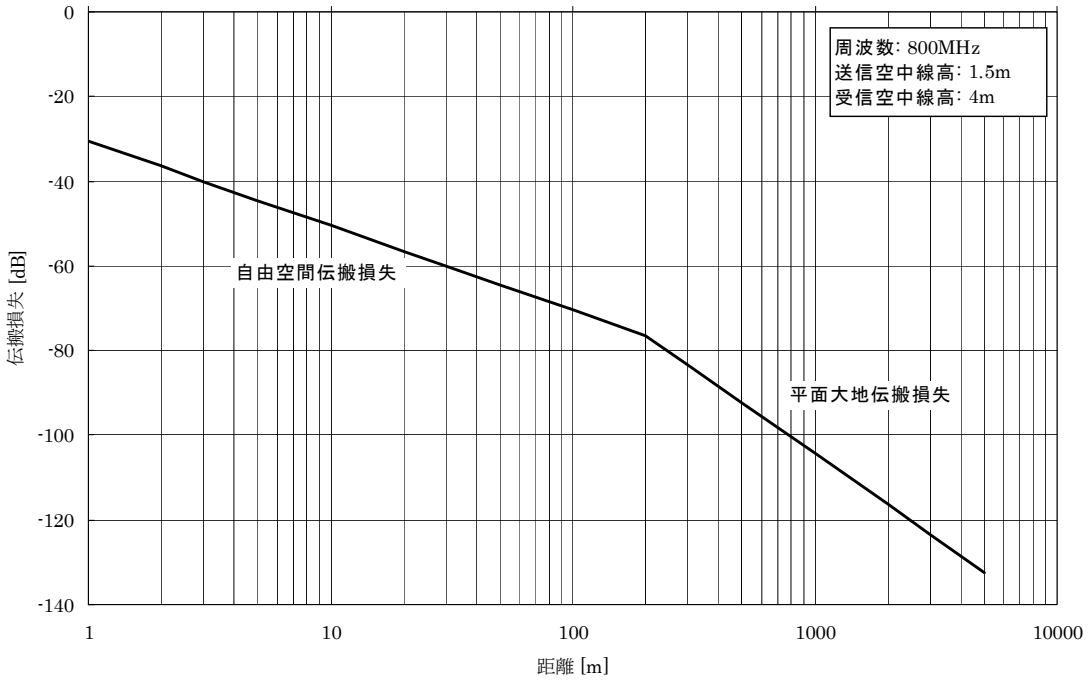


図 3　伝搬損失モデル 2(送信空中線高 1.5m、受信空中線高 4m)

（７）使用環境におけるサービスエリア

ア　屋外での利用

学校等のグラウンドを想定した場合のサービスエリアは、半径 100m としとする。また、受信空中線を校舎建物壁面に設置可能であることから、伝搬損失モデル 2 を適用する。

イ　屋内での使用

学校等用途を想定した場合のサービスエリアは、教室の場合は可搬型受信機に使用した半径 10m とし、伝搬損失モデル 1 を適用する。受信空中線を高い場所に設置可能な体育館の場合は半径 60m とし、伝搬損失 2 を適用する。

ホテル・宴会場・会議場を想定した場合のサービスエリアは半径 20m、イベント会場やアミューズメント施設・舞台等を想定した場合のサービスエリアは半径 60m とし、いずれも可搬型受信機による使用及び高い場所に受信空中線の設置が可能であることから、伝搬損失モデル 1 及び 2 の双方を適用する。

（８）所要受信入力

受信側の所要受信入力電力 Pr は次式のとおり定義する。

$Pr = Nin+NF+Lh+C/No$〔dBm〕

Nin：受信機の入力端における雑音

$Nin=10\log(kTB\times 103)$〔dBm〕

k：ボルツマン係数 $k=1.38\times10^{-23}$〔J/K〕

T：絶対温度〔K〕（摂氏 25℃の場合、298〔K〕）

B：等価雑音帯域幅〔Hz〕（128ksymbol/sec の場合、128kHz）

NF：ケーブルロスを含む受信系の雑音指数〔dB〕

（ここでは、6dB と想定する。）

Lh：変調系や復調器の性能等による固定劣化〔dB〕

（ここでは、4dB と想定する。）

C/No：BER=10-5 での理論上の所要 C/N

（前述（５）のとおり、QPSK の場合 15.5dB、8PSK の場合 20.8dB とする。）

これらをもとに、π/4 シフト QPSK 遅延検波の場合及び D8PSK 遅延検波の場合の所要受信入力電力 Pr を求めると、表 1 所要受信機入力条件に示すとおり、

Pr(QPSK)＝ -97.29〔dBm〕

Pr(8PSK)＝ -91.99〔dBm〕

となる。

これらをもとに、所要受信機入力電圧(開放端)Er(Er = Pr +113 (dBμV　EMF))を求めると、

Er(QPSK)＝ -91.29 ＋ 113 ＝ 15.71〔dBμV　EMF〕

Er(8PSK)＝ -91.99 ＋ 113 ＝ 21.01〔dBμV　EMF〕

【参考】dBm → dBuV EMF 換算

dBm(電力系)： Pr = 10*log(mW)

dBuV(電圧系 ： Er = 20*log(uV)

ここで、

V：電圧(V)、W：電力(W)

W = V^2/R を用いて dBm を dBuV で表現すると

$Pr = 10*\log(W/10^{-3})$

$= 20*\log(V/10^{-6}) + 10*\log(10^{-9}/R)$

(R = 50Ω より)

Pr = Er - 107

さらに、50Ω 終端系であることから、開放端：EMF では振幅が 2 倍(6dB)になるので、

Pr = Er - (107+6)

→ Er = Pr +113 (dBuV　EMF)

表１　所要受信機入力条件

変調方式	π/4 シフト QPSK	D8PSK
検波方式	遅延検波	遅延検波
伝送ビットレート(kbps)	256	384
多値数(bit/symbol)	2	3
伝送シンボルレート(ksps)	128	128
ロールオフ係数	0.5	0.5
占有周波数帯域幅(kHz)	192	192
所要 BER	10-5	10-5
C/No(dB)	15.5	20.8
固定劣化(dB)	4	4
所要 C/N	19.5	24.8
ボルツマン係数 k(J/K)	1.38×10^{-23}	1.38×10^{-23}
絶対温度 T(K)	298	298
等価雑音帯域幅 B(kHz)	128	128
雑音指数 NF(dB)	6	6
受信機内部雑音電力 Nin=kTB(NF)(dBm	-116.79	-116.79
所要受信機入力電力 Pr(dBm)	-97.29	-91.99
所要受信機入力電圧 Er(dBμV　EMF)	15.71	21.01

（９）動特性(フェージング特性)及びバラつき検討

ア　人体による遮蔽損失

人体にラジオマイクを装着して使用した際の人体による遮蔽損失は、手持ち使用と比較して 10dB 見込む必要があるため、回線設計においては手持ち使用の条件の感度マージンから 10dB を差し引いたものを人体装着時の感度マージンとする。

イ　フェージングモデル

ラジオマイクの使用環境は、送信設備と受信設備が見通し内にあることが理想である。しかし、実際の使用環境においては、伝搬路の途中に何らかの障害物が存在することが考えられる。

このため、見通し外での使用(フェージング環境)も考慮したフェージングマージンとして、

受信空中線高が低い場合(1.5m)にあっては 23.5dB、受信空中線高が高い場合(4m)にあっては 18.5dB を設定する。

２　回線設計結果

上記１の前提条件をもとに回線設計を行った結果について、表 2 に伝搬損失モデル 1(送信空中線高 1.5m、受信空中線高 1.5m)、表 3 に伝搬損失モデル 2(送信空中線高 1.5m、受信空中線高 4m)を示す。

ほとんどのケースで受信入力電圧は所要受信機入力を上回り、良好に回線を確立することが可能である。

一方、8PSK 変調方式では、人体装着時に受信アンテナから 60m 以上離れたフェージング環境においては運用困難となる。このようなケースでは、サービスエリア外となるような場所に受信アンテナを追加配置するなどの対策を講じることで、サービスエリアを良好な状態に保つことが可能となる。

表２　伝搬損失モデル１での回線設計例

送信周波数 f (MHz)	800		
送信空中線の高さ ht(m)	1.5		
受信空中線の高さ hr(m)	1.5		
送信電力 Po(mW)	10		
送信電力 Po(dBm)	10		
送信空中線利得 Gt(dBi)	0		
受信空中線利得 Gr(dBi)	2.14		
伝送距離 d(m)	10 学校の教室などを想定	20 ホテル・宴会場・会議場などを想定	60 イベント会場・舞台などを想定
伝搬損失 L(dB)	50.5	56.5	66.1
受信機入力電力(dBm)	-38.4	-44.4	-54.0
受信機入力電圧(dBμV EMF)	74.6	68.6	59.0
π/4 シフト QPSK 時の受信状況			
所要受信機入力(dBμV EMF)	15.71	15.71	15.71
手持ち時の受信マージン(8dB)を加味した値(dBμV EMF)	66.6	60.6	51.0
人体装着時のマージン(18dB)を加味した値(dBμV EMF)	56.6	50.6	41.0
人体装着時でのフェージング環境利用した際のマージン(23.5dB)を加味した値(dBμV EMF)	33.1	27.1	17.5
回線評価	○	○	○
D8PSK 時の受信状況			
所要受信機入力(dBμV EMF)	21.01	21.01	21.01
手持ち時の受信マージン(8dB)を加味した値(dBμV EMF)	66.6	60.6	51.0
人体装着時のマージン(18dB)を加味した値(dBμV EMF)	56.6	50.6	41.0
人体装着時でのフェージング環境利用した際のマージン(23.5dB)を加味した値(dBμV EMF)	33.1	27.1	17.5
回線評価	○	○	○(△)

表 3　伝搬損失モデル 2 での回線設計例

送信周波数 f (MHz)	800		
送信空中線の高さ ht(m)	1.5		
受信空中線の高さ hr(m)	4		
送信電力 Po(mW)	10		
送信電力 Po(dBm)	10		
送信空中線利得 Gt(dBi)	0		
受信空中線利得 Gr(dBi)	2.14		
伝送距離 d(m)	20 ホテル・宴会場・会議場などを想定	60 イベント会場・舞台などを想定	100 グランドや競技場などを想定
伝搬損失 L(dB)	56.5	66.1	70.5
受信機入力電力(dBm)	-44.4	-54.0	-58.4
受信機入力電圧(dBμV EMF)	68.6	59.0	54.6
π/4 シフト QPSK 時の受信状況			
所要受信機入力(dBμV EMF)	15.71	15.71	15.71
手持ち時の受信マージン(8dB)を加味した値(dBμV EMF)	60.6	51.0	46.6
人体装着時のマージン(18dB)を加味した値(dBμV EMF)	50.6	41.0	36.6
人体装着時でのフェージング環境利用した際のマージン(18.5dB)を加味した値(dBμV EMF)	32.1	22.5	18.1
回線評価	○	○	○
D8PSK 時の受信状況			
所要受信機入力(dBμV EMF)	21.01	21.01	21.01
手持ち時の受信マージン(8dB)を加味した値(dBμV EMF)	60.6	51.0	46.6
人体装着時(18dB 損失)のマージンを加味した値(dBμV EMF)	50.6	41.0	36.6
人体装着時でのフェージング環境利用した際のマージン(18.5dB)を加味した値(dBμV EMF)	32.1	22.5.	18.1
回線評価	○	○	○(△)

表２の結果をグラフ化すると、次のようになる。

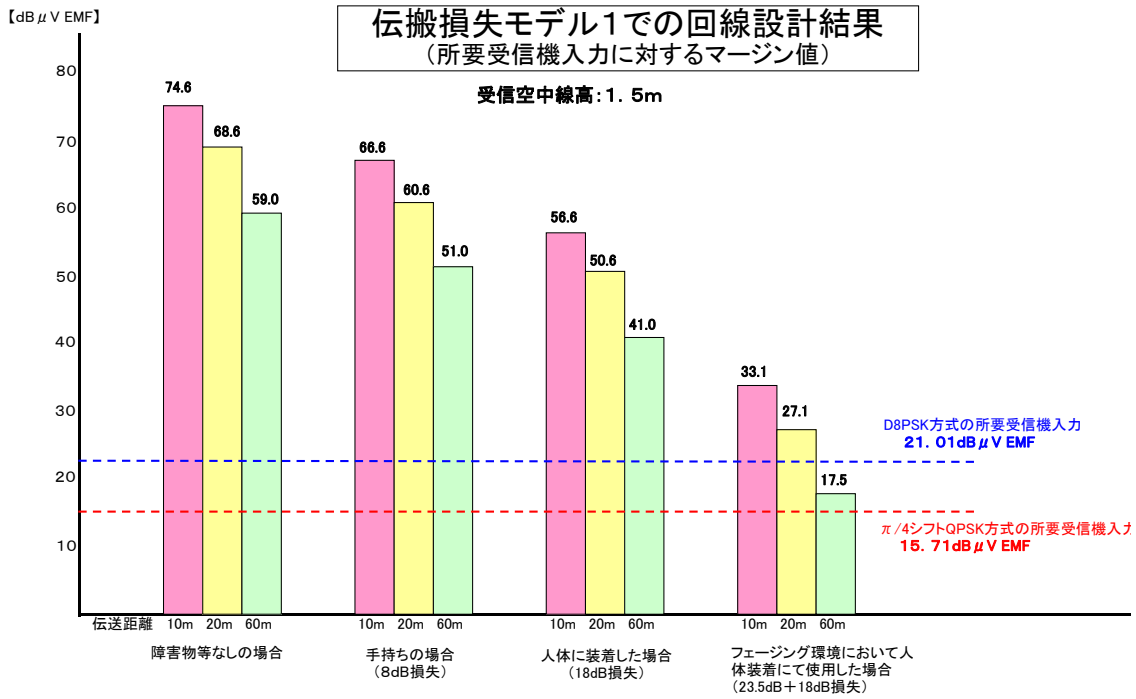


表３の結果をグラフ化すると、次のようになる。